



Description of WO0051809

Print

Copy

Contact Us

Close

## Result Page

Notice: This translation is produced by an automated process; it is intended only to make the technical content of the original document sufficiently clear in the target language. This service is not a replacement for professional translation services. The esp@cenet® Terms and Conditions of use are also applicable to the use of the translation tool and the results derived therefrom.

#### PROCESS AND DEVICE OF RAPID PROTOTYPING, AND THREE-DIMENSIONAL PART OBTAINED BY PROTOTYPING RAPID

The present invention relates on a manufacturing process of three-dimensional parts starting from data-processing data representing their form, and to a device of implementation of this process. It is known to carry out parts by transformation of successive volumes (generally of fine layers) of a raw material of a first state into a second state, with the < means; RTI ID=1.1> of un< /RTI> device inducing the aforementioned transformation, by repetition of a cycle in particular including a phase of transformation of the matter in at least part of a field of work thanks to the device inducing the transformation, and a phase of covering of the matter transformed by not yet transformed matter.

Majority of the machines known as < RTI ID=1.2> of Prototypage< /RTI> Rapid < RTI ID=1.3> < /RTI> implement this type of process, in particular the machines of stereolithography, using a raw material photosensitive liquid (likely of tre polymerized or réticulée) combined with a device of illumination (by ultraviolet laser scanning for example), and the machines known as of powder sintering, using a raw material in the form of powder, the aforementioned likely powder of tre being locally agglomerated by heating effect (by infra-red laser scanning for example).

Many patent applications relating to this type of machines were deposited, in particular for the field of the < RTI ID=1.4> stéréolithographie.< /RTI>

A complete description of the process is given in document EP 0361847, of the similar processes are also described in documents EP 0450762 and EP 0484182. In document EP 02876657 one finds a description detailed of a process of powder sintering, as well as a description of the apparatus for the implementation of the process.

A characteristic common to the processes of powder steolithography and sintering is that they require the implementation of means to spread out the raw material in the form of fine layers (to carry out the phase of covering), in a way automatic, fast, and homogeneous. In a general way, the phase of covering consists in sweeping the surface of the field of work using to less the one body of lengthened form called scraper, the aforementioned scraping being put moving above the field of work. According to cases', the scraper transports the matter brought into play for covering, or is only used to equalize a matter advance deposit.

Many devices were imagined for the realization of the scraper. For example, in the field of the powders, one finds in document EP 02876657 the description of a scraper consisted an animated roller of a rotational movement around his axis, this axis being parallel to laid out the plan of the field of work, the lower part of the roller coinciding appreciably with the altitude of the field of work. This roller is also animated translatory movement during which it involves a volume of matter located downstream, and slack gradually a new layer of matter upstream, covering the matter previously transformed.

With regard to the raw materials liquids, one distinguishes two types of processes: that is to say covering itself is as a preliminary assured at once work by means of covering (outfall, spray, immersion,?), and the scraper does nothing but then equalize the free face of liquid by a movement of line sweep, that is to say the scraper carries out simultaneously the functions of covering and equalization. The second operating mode supposes transport by the scraper (or average associated appendices) of a sufficient volume of matter to cover the solidified zones coming from tre.

Various devices were imagined for the realization of the scraper, for example a simple rigid blade (cf document EP 0361847), whose section can have a particular form, or the association of two rigid elements (document EP 0484182), to which are attached elements of brush laid out in quincunx.

These first devices did not give whole satisfaction.

< RTI ID=2.1> Indeed, when a scraper is moved known as scraper simple NR, < /RTI> as for example a blade (or all other are equivalent more or less flexible) of which the lower part is in contact with the free face of a liquid, parallel to the aforementioned free face, one generates efforts in the vicinity of the zone of contact between the blade and the liquid. These local constraints of shearing are transmitted within the liquid located in lower part of the free face, on a depth quite higher than the thickness of the layer installation.

In the case of resins classically used in stereolithography, to which the behavior is close to a liquid Newtonian, having viscosities of a few thousands of < RTI ID=3.1> centipoises, < /RTI> the scraper can generate movements of liquid on a depth which can go from a few millimetres to a few centimetres.

The solid matter portions or quasi-solid transformed at the time of the preceding cycles constitute obstacles within the liquid moving, which results in strong variations of the conditions of flow of the liquid. It results from it that, in the vicinity of the borders of the section in the course of manufacture, lacks of flatness of the layer appear coming from tre spread out by the scraper. A diagrammatic illustration of these defects is given in the document

WO 95/15842, where menisci are represented (concave or convex), in the vicinity of the zones of transition liquid-solid.

These menisci induce geometrical defects on the parts carried out, and constitute, once solidified, an additional handicap for the installation of the layer following, which results finally in an amplification of defects, incompatible with the device of covering (risk of wrenching of layers, of material accidents,?).

To limit these disadvantages, it is sometimes possible to slow down the rate of travel of the scraper, or to impose a relaxation time before proceeding to the phase of following transformation, but these solutions have as a consequence a substantial increase in times of manufacture of the parts, leading to overcosts of crippling production being able to be.

The solution suggested in document WO 95/15842 does not call into question the recourse to a scraper known as simple scraper < RTI ID=3.2> < /RTI> but consists in carrying out in the vicinity of the parts a structure of garnishing marrying the shape of the parts appreciably, resulting in deferring the problems of menisci in distant zones of the aforesaid parts.

This astute process allows the implementation of a < RTI ID=3.3> < /RTI> simple scraper < RTI ID=3.4> < /RTI> constituted by a flexible lengthened part low thickness, and allows to reach very short durations for the phases of covering.

The matter contribution necessary to carry out the phase of covering is carried out by the transport of a kind of vagueness of matter, formed at the beginning of the movement of the scraper, the volume of matter consisted the aforementioned wave being gradually consumed under the effect of the combination of the gravity and the transitory movement.

Another solution, described in document WO 96/23647 consists in using a scraper known as active scraper < RTI ID=4.1> NR, < /RTI> in fact, it is about an animated roller of an own rotational movement in the direction < RTI ID=4.2> < /RTI> contrarotating, associated a kind of dam, consisted a kind of rectilinear blade, of which the lower part is located at a short distance of the higher part of the roller. A roller turning in the direction contrarotating is such as any point located on its periphery, when it passes by the point of its trajectory nearest to the field of work, has a relative tangential speed compared to the axis of rotation directed in Mrs. feel that the rate of travel of the axis of rotation of the roller compared to the field of work.

The operation of this device is schematized in the figures of this document, if a matter advance deposit were carried out downstream. The dam forms obstacle with freedom of movement of the liquid located downstream from the roller, allowing a regulation thickness of film formed on the portion upstream of the roller. The free face of film meets that of the layer formed upstream, forming a point of very acute graining in the vicinity of the lower generator of the roller. This point of graining defines the altitude of the free face of the matter deposited upstream, and as in steady operation it is fixed compared to the axis of the roller, the layer can be equalized well.

A detailed analysis of the physical phenomena brought into play is proposed in the document, to explain the advantages of such a device compared to a simple blade (simple scraper), in particular with regard to the interactions with the liquid located in the vicinity of the scraper. It appears in particular, that the direction of rotation contrarotating < RTI ID=4.3> < /RTI> roller attenuates strongly the aforementioned interactions, whereas with < RTI ID=4.4> opposite, < /RTI> a movement in the direction not < RTI ID=4.5> < /RTI> contrarotating NR, which one will call feel travelling < RTI ID=4.6> < /RTI> in the continuation of this document, would induce effects of pressure having for consequence the installation of a nonhomogeneous layer.

Various alternatives are proposed, in particular concerning the section of the aforesaid dam and its orientation. Other alternatives to cure the adverse effects of possible accumulation of the matter in the vicinity of the blade are exposed: use of an endless screw fluidic device, or of a blade in which a drain is practised. Lastly, two modes of food are proposed for the device: either the layer of matter is deposited beforehand downstream, and the scraper does nothing but correct the residual lacks of flatness, or the scraper transports a volume of sufficient liquid to provide the quantity of matter necessary to covering (as for the solution of document WO 95/15842).

There is a material range particularly interesting for Rapid prototyping, in particular making it possible to free itself from the principal defect of the powders (realization of porous parts) and of that of the resins liquidate acrylic or epoxy (low mechanical resistance, brittleness, etc?) : strongly viscous, even pasty materials. These materials can be obtained for example by addition of a strong voluminal rate of solid load (powder), in a binder made up of photosensitive or thermohardening liquid resin. In the continuation, one will qualify pastes the category of materials including materials of very strong viscosity (higher < RTI ID=5.1> with 10000 centipoises), < /RTI> or the materials < RTI ID=5.2> < /RTI> with < RTI ID=5.3> marked threshold. A material à < /RTI> threshold < RTI ID=5.4> < /RTI> such as it is does not run out (null gradient) as long as the shear stress which is applied to him does not exceed a minimal value. It will be said that a material presents < RTI ID=5.5> has threshold marked NR, when the value of this constraint de < /RTI> shearing is higher than 20 Newton per square meter.

The solutions known to carry out the phases of covering are not appropriate for the treatment of the pastes, because mainly of their relative < RTI ID=5.6> < /RTI> < RTI ID=5.7> insensitivity with the action < /RTI> terrestrial gravity.

Indeed, it is first of all necessary to cover the matter coming from the transformed by a layer with paste, which is of course practically impossible by simple process of immersion. The solution classically adopted, consisting in parallel to transporting a volume of matter with a scraper, put moving the field of work, and gradually depositing this volume of matter, located downstream from the scraper, on the sub-bases, is relatively difficult to implement with the pastes. So that spreading out takes place, it is essential that the volume of matter located downstream from the scraper, near to the lower edge of this one, is in contact with the free face of the sub-bases.

Indeed, the volume of matter is then subjected to a strong gradient speed (rate of travel of the scraper for the part in contact with the scraper, and null speed for the part in contact with the sub-bases), generating necessary shear stresses to obtain the essential matter flow upstream. As long as gravity ensures a flow going down from the volume of matter located downstream, sufficiently rapid to compensate for matter the flow consumed for spreading out, this essential

contact can be maintained. On the other hand, if this contact is broken, the volume of matter upstream simply is transported, without being spread out. However, with pastes, the flow induced by the action of gravity within volume downstream from the scraper is very weak (because of their strong viscosity), and can be none if their threshold of flow is sufficiently important. Consequently, Mrs. if one provides at the beginning a volume of matter downstream from the scraper, theoretically sufficient to ensure desired covering, one exposes herself to unhookings < RTI ID=6.1> , < /RTI> or defaults in recovery (formation of < RTI ID=6.2> < /RTI> holes in the layer deposited), incompatible with the manufacturing process.

Admittedly, to circumvent the problem, one could not imagine to carry out matter an advance deposit, the scraper then not playing any more but one part of equalization. However, it is not simple to carry out such an advance deposit. Indeed, it would be necessary to resort to means of transfer adapted to pasty materials (special pumps), to especially ensure their displacement above the field of work, which generates costs and an additional complexity, if one wishes to control the matter flow finely. Moreover, not to risk a < RTI ID=6.3> < /RTI> unhooking < RTI ID=6.4> , < /RTI> it would necessarily be necessary to provide a permanent matter excess downstream. However that would imply a progressive accumulation of matter on the scraper at the time of its course above the field work, and thus the need for implementing means to eliminate volume thus accumulated.

The process according to the invention makes it possible to cure these disadvantages. To simplify the continuation of description, one chose to place oneself implicitly in the particular case where the field of work is horizontal (that makes it possible to use expressions such as < RTI ID=7.1> < /RTI> audessus < RTI ID=7.2> , < /RTI> < RTI ID=7.3> < /RTI> lower edge, etc?). This editorial choice does not owe to be interpreted like a limitation of the range of the invention, insofar as with pastes, the process according to the invention can function with a field of nonhorizontal work, even with a field of work having a curved surface.

According to an example of the invention, at the time of at least of the phases of covering, the aforementioned phase of covering using at least a scraper put moving to carry out the various phases of covering, the aforementioned scraping including/understanding at least a body of lengthened form called pusher, whose lower edge describes a surface coinciding appreciably with the surface of the field of work at the time of the course of the scraper above the field work, one forms a kind of raw material roll, i.e. a volume of raw material of lengthened form, laid out against the lower edge of the pusher, downstream from this one, the lower portion of the roll being located in the vicinity of the surface of the field of work, and one animates the raw material roll of a rotational movement on < RTI ID=7.4> him-meme< /RTI> around its axis, by means of with less the one body called wheeler, located downstream from the pusher, the aforementioned wheeler being animated of a rotational movement around an axis appreciably parallel with the scraper.

Thus, one ensures a fast recycling of the raw material in the vicinity of the lower edge of the pusher, downstream, which makes it possible to be free from the problem from unhooking city above, the roll being transported by the pusher moving above the surface of the field of work.

Advantageously, according to the invention, one imposes to that the roll raw material a rotation in the < RTI ID=7.5> < /RTI> feel travelling < RTI ID=7.6> . < /RTI> Indeed, such a direction of rotation makes it possible to animate the matter constituting the portion lower of the roll of a component speed opposite than that imposed by the movement of the pusher, which contributes to limit the interactions with the sub-bases, and thus to limit the amplitude of the defects (meniscuses) which result from it.

According to the invention, one will be able advantageously to transport the roll of raw material formed downstream from the pusher according to a movement of bearing without slip on the field of work, by adapting the number of revolutions of the aforesaid roll of raw material to the rate of travel of the pusher. This particular mode of transport of the matter makes it possible to ensure a relative speed of the matter located in the portion lower of the roll, compared to that of the sub-bases, practically null when it comes into contact with the aforementioned sub-bases, which strongly contributes to a deposit carefully < RTI ID=8.1> , < /RTI> as if one unrolled a film of paste on the sub-bases. It is enough that the matter portion located in the vicinity of external surface of the aforesaid roll observes this condition of bearing without slip to obtain 1 ' desired effect (of possible internal movements of matter within the matter roll, nonin conformity with the conditions of bearing without slip, are acceptable). The pastes obtained by addition of a solid load in a liquid binder being in general opaque, only surface external of the matter roll is visible, this is why, to obtain 1 ' desired beneficial effect, one will say that the matter roll owes to be transported according to a movement apparent < RTI ID=8.2> < /RTI> of bearing without slip.

According to the invention, to provide to the scraper the raw material necessary to covering, one proceeds advantageously in the following way: one forms on the trajectory of the scraper, thanks to means of food, at least a volume of raw material of which the higher part is emerging compared to the surface described by the lower edge of the pusher at the time of the movement of the scraper, so that, at the time of its course, the scraper levels the aforementioned part emerging of raw material and transports it in direction of the field of work to cover the already transformed matter. This mode of food in particular makes it possible to off-set the zone of food apart from the field of work, and to avoid the implementation of mobile means of food.

One can also envisage, in alternative, a not transformed raw material supply uninterrupted.

It is advantageous to use raw materials which, in their first state, are pasty materials presenting a threshold of marked flow. Indeed, with such materials, one limits the depth on which one involves movements within the sub-bases, these movements being able to take place only starting from one minimal level of constraints (the threshold of flow). However, the aforementioned depth is low, less the risks of appearance of meniscuses, are important.

In an alternative of the invention, one at least once carries out an inversion of the direction of displacement of the scraper to carry out two successive phases of covering (separate or not by a phase of transformation). This mode makes it possible to avoid making traverse with the scraper a course of recycling, which would be necessary if the phase of covering were always carried out in Mrs. feel. Within the framework of this alternative of the invention, it is advantageous to form the raw material roll between two pushers laid out in parallel between them (at least a wheeler being laid out in the space ranging between the two pushers), so that, during the inversion of the movement of the

scraper, one can always have a roll downstream from a pusher. Indeed, as that is described in the comment of figure 3, one can make so that the roll is detached from the pusher with which it was in contact, and is recovered by the second pusher after inversion of the movement. Thus, it is possible to be freed from the need for providing a matter contribution before each phase of covering.

Within the meaning of the invention, the two bodies pushers can be distinct or connected by a cast solid structure of the type out of U reversed, or other.

It is not necessary to lay out of more than one wheeler, since this one is placed between the two pushers, it can be used alternatively with one or the other of the pushers, by possibly adapting its direction of rotation within the meaning of displacement. As that is illustrated on figure 3, one will advantageously be able, for the implementation of this alternative of the process according to the invention, to produce a scraper comprising at least two pushers related to a frame common, the aforementioned frame being related to the means of guidance and drive of the scraper by means of a hinged joint.

Advantageously, one ensures a significant rise in the pusher, located downstream (relatively within the meaning of displacement of the scraper) compared to the surface of the field of work, so that this one does not take care of raw material while levelling, at the time of its passage across field of work, the possible meniscuses emerging created at the time of the preceding phase of covering. After inversion of the direction of displacement of the scraper, the raw material thus accumulated on the pusher risks to be deposited in an unverifiable way at once of work, which would lead to the installation of an irregular layer.

The device for the implementation of the invention can include/understand: - means to induce the transformation of the raw material

in a field of work - means to carry out the phases of covering using with less one scraper comprising at least a pusher, the aforementioned pusher being made up by a machine element of lengthened form, of which its lower edge describes a surface coinciding appreciably with surface field of work at the time of the course of the scraper above field of work, and at least a wheeler, consisted an element mechanics of lengthened form, laid out the pusher parallel to, in downstream of the pusher, and rotated, by means of drive, around an axis appreciably parallel with the pusher, or the aforementioned the scraper (S) being put moving appreciably parallel to the field of work during phases of covering via means of guidance and of drive.

- means to move the volumes already transformed by report/ratio

with the field of work - possibly a container to contain matter - means to control the various bodies of the device - means of supply raw material

To easily obtain the formation of a travelling raw material roll on him-Mrs. in the vicinity of the lower edge of the pusher, downstream from the known as pusher, it is interesting to lay out the wheeler compared to the pusher so as to ensure the existence of a sufficiently large interstice between the surface of the layer previously deposited and the lower portion of the aforesaid wheeler. Indeed, such an interstice allows the matter located downstream from the pusher, in the vicinity of the lower edge of the wheeler, to circulate according to the appreciably circular trajectory imposed by the movement of the wheeler, without be < RTI ID=11.1> < /RTI> slowed down < RTI ID=11.2> < /RTI> or deviated of its trajectory, by the fixed matter of the sub-bases (in particular transformed portions) with which it comes into contact. This local flow in arc of circle, around the axis of the wheeler, downstream from the pusher, makes it possible to start the formation of the matter roll wished, and when it is carried out, to maintain its rotational movement on him-Mrs. One could note that with an interstice height at least equal to the thickness of the layer in the course of deposit, the formation of the roll and its own rotation are easy to obtain with not very thick pastes, for thicker pastes it is preferable to have an interstice definitely higher than the thickness of the layer in the course of deposit. To carry out this minimal height of the interstice (thickness of the layer in the course of deposit), it is enough to lay out the axis of rotation of the wheeler at an altitude higher than that to the lower edge of the pusher, the difference in altitude between the axis of rotation of the wheeler and the lower edge of the pusher being at least equal to the value of the largest ray of the circles described by the material points of the wheeler at the time of his own rotational movement.

The device for the implementation of the process according to the invention can be such as the axis of rotation of the wheeler is laid out relative with the lower edge of the pusher, the known as pusher, an altitude higher or equal to the largest ray of the circles described by the material points of the wheeler at the time of his own rotational movement.

Advantageously, the direction of rotation of the wheeler is the < RTI ID=11.3> < /RTI> feel travelling < RTI ID=11.4> , < /RTI> what makes it possible to impose on the roll matter transported a direction of rotation in feel < RTI ID=11.5> rolling. < /RTI>

It is interesting to choose a pusher whose face in glance with the wheeler presents a protuberance appreciably parallel with the lower edge of the pusher, the section of the aforesaid the protuberance advantageously presenting a well marked angular portion. Indeed, one thus carries out a kind of cavity in the lower portion of the pusher, which, combined with the action of the wheeler and the displacement of the pusher, contributes to channel the matter transported by the scraper in the shape of travelling roll on him-Mrs. It is also interesting to be able to regulate the altitude of the aforesaid the protuberance easily, for example using a part brought back plated against the face downstream of the pusher, as that is illustrated < RTI ID=12.1> with the < /RTI> annexed figure 2. Indeed, it was noted that this parameter (altitude of the protuberance) makes it possible to optimize the quality of the covering carried out according to the rheological characteristics of treated material. Consequently, with such a pusher with variable geometry < RTI ID=12.2> , < /RTI> one will be able to treat in an optimal way a large variety of pastes, by a simple mechanical adjustment, rather than to have to change the pusher with each material change.

It is advantageous to choose a pusher presenting a form frayed in its lower part. Indeed, one noted that for the very thick pastes, the quality of the layers was clearly improved by the placement of a pusher having, in its lower part, an edge relatively edge. It is interesting to play, for this kind of cutting tool, on and the clearance angle of attack, in order to adapt as well as possible to the characteristics of each material. With pastes, it is sometimes difficult to ensure a perfect homogeneity of the matter, which can be a constraint for the process. For example if bubbles of air are imprisoned at the time of the realization of the mixture, it can result the appearance from it of holes after spreading out of the matter. To cure this disadvantage, it is interesting to make traverse with the scraper, a certain race of starting, in an external zone with the field of work, near to the border of the field of work. Indeed, during this race of starting, before reaching its steady operation of operation, the scraper according to the invention brews the matter located downstream, this mixing resulting in a share to homogenize the initially delivered matter, and in addition, to conform the matter to obtain the desired shape of roll.

If one wishes to cover with great surfaces, with a thickness of important matter, one must provide at the beginning a large volume of matter, which makes more difficult the operation of mixing initial. Moreover, the volume of matter decreases gradually during the operation of covering, which can require, in certain cases, an evolutionary adaptation of the parameters of operation. Such an adaptation is easily realizable concerning the number of revolutions of the wheeler and the rate of travel of the scraper, on the other hand it is much more delicate to provide means to make evolve/move the geometrical parameters of configuration of the scraper during covering.

The addition of a second animated wheeler of an own movement of rotation makes it possible to improve operation of the scraper according to the invention. Indeed, with a scraper made up of a pusher and from at least two wheelers, one can obtain a mixing more effective than with only one wheeler, and one can also mitigate the effects related to the evolution of the volume of matter transported. Indeed, the volume of matter circulating with it figure 2 represents a longitudinal cross-section partial of preferred mode of realization of a scraper for the implementation of the invention; it figure 3 schematically represents three side sights of one example of realization of a particular mode of realization of phases of covering according to the invention, with inversion of the direction of displacement of the scraper at the stage 3B to carry out two phases of covering successive with the stages 3A and 3C.

On figure 1 is represented an overall picture of a device for the implementation of the process according to the invention. A device to induce transformations 1 in a field of work 104, is laid out with the top of the center of a support 2 consisted a rectangular part (of dimensions LX according to axis X and LY according to the axis Y) whose higher face is plane, the support being related to means of guidance and drive 3 via a part of connection 4. A table T whose higher face 5 is plane and horizontal, in which is practised a rectangular opening 6 of size higher to LX according to axis X and higher than LY according to the axis Y, is laid out so that, at the time of its movement, support 2 can pass through the aforementioned opening 6. Two other openings (7,8) of lengthened form, length roughly equal to LX, laid out axis X parallel to, at a short distance of the edge of opening 6, are also practised in the aforementioned table T. A scraper 9 of form lengthened, dependent on means of guidance and drive 101 for the animated of a horizontal translatory movement according to the axis Y, is likely to move of an initial position (the position in which it is represented in full feature) to a final position < RTI ID=14.1> (9' : < /RTI> position of the scraper represented into dotted). Means of food out of matter 103, made up for example by pistons filled initially with matter, or by a device of pumping, are connected to openings 7 and 8, to allow a matter contribution, according to ascending direction Z, through known as openings 7 and 8. Openings 6,7 and 8 are located in a low zone, delimited by the contour 10, in which the higher face of the table is plane and horizontal, but whose altitude is slightly lower than that of face 5.

Means of piloting 102, connected to the bodies < RTI ID=15.1> 1,3,101< /RTI> and 103, make it possible to control the device.

Initially, support 2 is brought a position such as its higher face coincides appreciably with the higher face of the table T. Matter is distributed through openings 7 and 8, and scraper 9 carries out a movement of return ticket between its two positions extremes, so that the space included/understood in the low zone, is gradually filled by matter, the free face of the matter coinciding appreciably with the plan of face 5, the higher face of support 2 being covered with a fine layer of matter.

This stage the production cycle can start: one carries out a first phase of transformation using device 1, so that the transformed parts adhere to support 2, then support 2 is moved to the bottom, of a distance corresponding to the thickness of the desired layer. It is supposed that the scraper is located at position 9, of the matter is distributed by opening 7, then the scraper moves to position 9', carrying out desired covering. A new phase of transformation can then be realized, then, after descent of support 2, matter supply by opening 8, and return of the scraper to the initial position 9, one is part to carry out a new phase of transformation. The cycle thus can be carried out as many times as it is necessary to pile up sufficient layers for the complete realization of a part. At the end of the manufacture, the support is found covered with a kind of matter parallelepiped, formed by the stacking of the layers, the part being included in this volume of matter. The support is then released to the bottom, for the operations of post treatment of the part (elimination or recovery of the matter surrounding the part, cleaning, treatments of completion,?).

The succession of the operations is managed by average the data processing of piloting (102) connected to the various machine parts < RTI ID=15.2> (1,3,101,103). < /RTI>

On figure 2 is represented out of transverse section a preferred mode of realization of a scraper according to the invention. The pusher is consisted two parts (22,24) of constant section, bound has a frame 21, the frame being bound, directly or not with bodies of guidance and drive (not represented). The part 22 has in its lower part a 23 frayed form. The part 24 likely of the is moved according to the vertical direction (Axis Z), and has in its lower part a angular portion 25 which constitutes a protuberance compared to the face of the part 22 in contact with the raw material 28, so that the altitude at which is located the aforementioned protuberance is easily adjustable, to allow an adaptation to various types of materials. Two wheelers, 26 and 27, consisted cylinders laid out the pusher parallel to are related to frame 21 via

stages (not represented) and bound each one to a body of drive (not represented) for the animated of an own rotational movement in < RTI ID=16.1> sens< /RTI> rolling < RTI ID=16.2> . < /RTI> The whole of the scraper thus made up is moved in translation according to the axis Y (in the direction indicated by the arrow F), involving a volume of matter 28, which, because of the own rotational movement of the wheelers, is brought to form a kind of roll of practically constant section along its axis, travelling on him-Mrs. according to an axis of rotation parallel with the scraper (this rotational movement of the involved matter is symbolized by the small arrows within volume 28), in accordance with the process according to the invention, and travelling on the free matter face already deposited (represented by plan 29). In the vicinity of zone 30, a portion of the volume of matter transported is deposited on surface 29 (food downstream), this deposit being equalized by the edge lower of the pusher in the vicinity of zone 31 to realize, upstream, a new free matter face, coinciding appreciably with the altitude of the field of work 32. The essential parameters of adjustment of this device are as follows: DLL and D2 respective diameters of cylinders 26 and < RTI ID=16.3> 27, A1< /RTI> and angular A2 velocity of respective rotation of cylinders 26 and 27, < RTI ID=16.4> (Z1, < /RTI> Y1) and (Z2, Y2) co-ordinates of the respective axes of parts 26 and 27 compared to the point of contact between surface 32 and the lower part of the part 22, ZC and YC dimensions of the cavity formed by the assembly of the parts 23 and 24 (ZC being easily adjustable by displacement of the part 24), finally VY rate of travel of the unit.

In the preferred mode of realization, the selected values are as follows: D1 and D2 ranging between 2 and 20 mm, A1 and A2 ranging between 10 and 1500 turns/minute, < RTI ID=16.5> Z1< /RTI> (respectively Z2) ranging between 0.5 and 4 times DLL (respectively D2), Y1 (respectively Y2) ranging between 0.5 and 6 times DLL (respectively D2), YC ranging between 0.5 and 10 millimetres, ZC ranging between 2 and 20 millimetres, and VY ranging between 1 and 200 < RTI ID=17.1> millimetres/seconde.< /RTI>

If distance ZC is definitely higher than the distance < RTI ID=17.2> Z1< /RTI> or Z2, the matter located in the zone 23 risks to be aspired upwards, which could cause a detachment of the matter, even a lack of matter to the level of the zone 23. On the other hand, more distance ZC is close to the distance < RTI ID=17.3> Z1< /RTI> or Z2, plus the part 24 will come to downwards compress the matter in the zone 23. A good compromise would consist in twice envisaging a distance ZC appreciably equal to the distance < RTI ID=17.4> Z1, < /RTI> to balance the force of increase of the matter involved by wheeler 26, with the compressive force of the matter because of protuberance 24.

In addition, it is advantageous to envisage the angular portion 25 with a point of graining, in order to prevent that the matter goes up along the part 24 and leads to a detachment of the matter compared to the pusher and the wheeler.

On figure 3 is represented a scraper consisted the assembly of two identical sets in a configuration vis-a-vis < RTI ID=17.5> face, < /RTI> allowing to carry out an inversion of the direction of displacement of the scraper between two successive phases of covering (back and forth pass). The operation of this device is schematized in three stages (3A, 3B and 3C).

Two sets 40 and 41 are made up each one, for 1 ' example represented, of a pusher and two wheelers, in a symmetrical configuration such as the wheelers are located in the space ranging between the two pushers.

This association is carried out by two pipe fittings of T located at the ends of the lengthened unit formed by the two scrapers, so as to carry out a kind of gantry. On the diagram, for side, only one of the ends of the gantry was represented.

The part in T represented, consisted a < RTI ID=17.6> bar horizontal 42, < /RTI> and a leg < RTI ID=17.7> < /RTI> vertical < RTI ID=17.8> < /RTI> 43, is connected to a < RTI ID=17.9> carriage CH guidé< /RTI> in translation parallel to the field of work represented by line 45, the connection being realized by means of a pivot P. The lower end of T is connected, in 1 ' example represented, by a second P' pivot, with means of drive here made up by a belt 46 having a portion parallel with the field of work 45, the aforementioned belt being pulled by means of drive (driving, pulley, ? : not represented).

Two adjustable thrusts (47,48) located on the CH carriage, make it possible to limit the movement of swing of the part in T. To the figure 3A, a force directed according to the arrow F is applied to the belt, causing a swing of the gantry according to direction's indicated by the arrow B. When part 43 arrives in contact with thrust 47, the gantry is blocked in its movement of pivot, and is actuated in translation in the direction of the arrow F. The adjustment of thrust 47 makes it possible to make coincide the altitude of the layer deposited by portion 40 of the scraper with the scheme of work 45. The matter 49 roll was represented in the vicinity of portion 40 of the scraper, this volume of matter is transported in the direction F to carry out covering. On the figure 3B, the force applied to the belt is reversed (direction BFR), which results in a swing of the gantry according to B' direction's. During this swing, the matter 49 roll remains in contact with the scheme of work 45, and thus leaves portion 40 of the scraper which was high compared to surface 45 during the swing. On the figure 3C, the movement of swing started with the figure 3B is completed, part 43 having come into contact with thrust 48. The adjustment of thrust 48 is such as the altitude of the layer deposited by portion 41 of the scraper coincides appreciably with the scheme of work 45, so that, at the time of the translatory movement (according to the arrow BFR, once the finished swing), portion 41 of the scraper is given the responsibility of the volume of matter 49 to carry out a covering on the field of work. It is noted that in the back and forth pass of the device, the matter is transferred from a scraper to the other (or, if one regards the unit as a single scraper, from one side to another of the scraper), which possibly makes it possible to feed the unit only once to carry out several successive phases of covering.

Thus, one can limit oneself to only one zone of distribution of the matter, instead of the two zones (openings 7,8) represented in the case of the figure < RTI ID=18.1> 1.< /RTI>

The swing around a pivot makes it possible to carry out very simply a rise in the lower portion of the pusher of the scraper (inactive) located downstream, to prevent that this inactive pusher levels matter with the case or the free matter face would present defects (meniscuses upwards), which would lead, like that was announced higher, at the risks of uncontrolled matter deposit, at the time of the return of this inactive pusher (which becomes the active pusher then).





Europäisches  
Patentamt  
European Patent  
Office  
Office européen  
des brevets

[Claims of WO0051809](#)
[Print](#)
[Copy](#)
[Contact Us](#)
[Close](#)

## Result Page

Notice: This translation is produced by an automated process; it is intended only to make the technical content of the original document sufficiently clear in the target language. This service is not a replacement for professional translation services. The esp@cenet® Terms and Conditions of use are also applicable to the use of the translation tool and the results derived therefrom.

### CLAIMS

< RTI ID=20.1> 1.< /RTI> Process of rapid prototyping for the production of three-dimensional parts per transformation of successive volumes of a raw material of a first state into a second state, by means of a device inducing the aforementioned transformation (1), and of at least a scraper (9,40,41) including/understanding at least a body wheeler (26,27), the aforementioned process comprising a repetition of a cycle including/understanding the following stages:

- with less the one phase of transformation of the raw material in at least part of a field of work (104,32,45) thanks to the device inducing the transformation (1),
- with less the one phase of covering of the matter transformed (pi) by not transformed matter (CHECHMATE), the aforementioned phase of covering in particular consisting in moving the scraper in a given direction known as of covering (F) and rotating around an axis the aforementioned body wheeler on which is at least partly rolled up a not transformed raw material roll (28,49), the aforementioned process comprising, at at least a moment, at least a phase of supply not transformed raw material, downstream from the scraper, characterized by the fact that it consists, in at least a phase of covering, laying out a part known as body pusher (21) of the aforesaid scraper so that the edge proximal (23) of the aforesaid body pusher coincides appreciably with surface of the aforesaid field of work at the time of the course of the scraper in the aforementioned direction of covering (F), to push the matter not transformed to cover the field with work, and to position the aforementioned body wheeler downstream from the known as body pusher, compared to the direction of covering, and compared to this one, in order to channel the not transformed matter roll (28,49), circulating according to a trajectory in loop around (or) the body (S) wheeler (S) above mentioned (S), towards a cavity formed between the edge proximal (23) of the body pusher and itbody wheeler in opposite.

2. Proceeded according to claim 1, characterized in that it consists in involving the body wheeler (26,27) in rotation in a direction such as the matter roll (28,49) present in its portion proximale at the level of the field of work, a component speed of direction opposed to the aforementioned direction of covering (F) above mentioned.

3. Proceeded according to claim 2, characterized by the fact that it consists in involving the body wheeler (26,27) with a speed < RTI ID=21.1> (A1, < /RTI> A2) such as the matter roll rolls without slipping on the field of work, to bring the matter located in the portion proximale (30) of the aforesaid roll to settle with a practically null speed at once of work.

4. Proceeded according to one of the preceding claims, characterized by the fact that, at the time of with less the one phase of food, the process consists in feeding out of not transformed raw material the field of work so that the aforementioned volume of raw material fed presents an emergent portion compared to the surface (32, 45) described by the edge proximal (23) of the body pusher (21) during the displacement of the scraper in the direction of covering (F), so that the aforementioned scraper, at the time of its course, comes to level the aforementioned emergent raw material portion and pushes it in direction of the field of work to cover the already transformed matter (pi).

5. Process according to one of the claims < RTI ID=21.2> 1< /RTI> to 4, characterized by the fact that the aforementioned raw material in its first state is a pasty material having a viscosity higher than approximately 10.000 < RTI ID=21.3> centiPoules< /RTI> or presenting a threshold of flow such as the matter does not run out when a shear stress which is applied to him remains lower than 20 < RTI ID=21.4> N/m2.< /RTI>

6. Proceeded according to one of claims 1 to 5, characterized by the fact that it consists in envisaging a scraper with at least two bodies pushers (40,41) face to face, between which at least a body wheeler is laid out, moving the aforementioned scraper in a direction (F) so that the matter roll (49) is formed between a first body pusher (40) and a body wheeler at the time < RTI ID=21.5> of une< /RTI> phase of covering, and to reverse the direction of displacement (BFR) of the aforesaid scraper, at the time of the phase of covering successive, separate or not by a phase of transformation, to detach the matter roll (49) of the first body pusher and to transfer it between a body wheeler and the second body pusher (41), each body pusher being alternatively active then inactive, according to direction's of displacement of the scraper.

7. Proceeded according to one of the preceding claims, characterized by the fact that it consists in envisaging at least two bodies wheelers (26,27) around the unit of which circulates in loop the matter roll (28,49), to move away from the edge proximal (23) of the body pusher the mixing of the matter at the time of the phase of covering.

8. Proceeded according to one of the preceding claims, characterized by the fact that it consists in envisaging a protuberance (24) with the right of the pusher (21), extending in direction from the body wheeler (26) and remote (ZC) from the edge proximal (23) from the body pusher, in order to ensure a circulation in loop of the matter roll (28) around the whole of (or of) the body (S) wheeler (S).

9. Proceeded according to one of the preceding claims, characterized by the fact that it consists in positioning at least a body wheeler (26,27) so that its axis of rotation is located at a distance < RTI ID=22.1> (Z1, < /RTI> Z2) surface of the field of work (32) such as the aforementioned body wheeler defines with the layer of already transformed matter (pi) an intercalated interstice thickness at least equal to the layer of matter not transformed to apply.



10. Proceeded according to one of claims 1 to 9, characterized by the fact that it consists in making traverse with the scraper (9,40,41), a certain race of starting, in an external zone with the field of work, near to the border of this one, so that the scraper brews the matter located upstream, by homogenizing the fed matter and by conforming the matter in the shape of roll.

11. Device for the implementation of the process according to one of the preceding claims, including/understanding:  
 - means to induce the transformation (1) of the raw material in a field of work (104,32,45),  
 - means of supply raw material (103),  
 - a scraper (9,40,41) comprising at least a body wheeler (26,27),  
 - means to carry out at least a phase of covering, the aforementioned means including/understanding of the means of drive in translation of the scraper and the means of swing drive of (or of) the body (S) wheeler (S),  
 - means (2,3,4) to move the volumes already transformed (pi) compared to the field of work, characterized by the fact that the aforementioned scraper (9,40,41) comprises at least a body pusher (the 21) whose edge proximal (23) is ready to coincide appreciably with the surface of the field of work at the time of the course of the scraper, the body wheeler being located in with respect to the known as body pusher and downstream from this one compared to the direction of covering (F), axis of rotation of each wheeler being located out of screw < RTI ID=23.1> D vis< /RTI> body pusher.

12. Device according to claim 11, characterized by the fact that the axis of each body wheeler (26,27) is located at a distance < RTI ID=23.2> (Zl, < /RTI> Z2) edge proximal (23) of the body pusher (21) higher than the distance between the aforementioned axis and the peripheral point the most external of the aforesaid body associated wheeler.

13. Device according to the claim 11 or 12, characterized by the fact that the body pusher (21) presents a protuberance (24) making covered in direction of the body wheeler (26) and the side opposed to the edge proximal (23) of the body pusher, compared to the axis of the aforesaid body wheeler, to define a channel of circulation of the matter roll (28) around the body wheeler, in the vicinity of the body pusher.

14. Device according to claim 13, characterized by the fact that the aforementioned protuberance (24) presents a loose lead (25) pointed, appreciably on the level where the matter roll (28) is detached from the protuberance.

15. Device according to one of claims 11 to 14, characterized by the fact that one at least of the bodies pushers comprises an edge proximal (23) of frayed form.

16. Device according to one of claims 11 to 15, characterized by the fact that it comprises at least a scraper (40,41) comprising at least two bodies pushers laid out face to face, at least a body wheeler being laid out in the space ranging between the aforementioned bodies pushers, the aforementioned scraper being dependent A a body of guidance (CH) ready to parallel to move the aforementioned scraper the field of work, the connection between the scraper and the body of guidance being ready to ensure a rise in the body pusher located downstream, at the time of the translatory movement of the body of guidance.

17. Device according to one of claims 11 to 16, characterized by the fact that it appreciably comprises a gantry in form of T whose vertical leg (43) is connected to a carriage (CH) guided in translation parallel to the field of work, and whose horizontal bar (42) carries in the vicinity of each one of its ends a body pusher (40,41), each body pusher being turned towards the vertical leg (43) of T and each body wheeler being located between the aforementioned bodies pushers, the aforementioned gantry being ready to rock so that only a body pusher at the same time is active during the phase of covering, in a direction of displacement given gantry.

18. Device according to one of claims 11 to 17, characterized by the fact that the aforementioned means of food (103) are connected to at least two openings (7,8) emerging on both sides of the field of work, to selectively distribute the matter through one or the other of the aforesaid openings, which is closest to the initial position (9,9 ' ) of the scraper, before each successive phase of covering.

19. Three-dimensional part obtained, according to the process of rapid prototyping, by transformation of successive volumes of a raw material of a first state into a second state, characterized by the fact that the aforementioned raw material is a pasty material presenting a threshold of flow such as the matter runs out only when one shear stress which is applied to him exceeds approximately 20 < RTI ID=24.1> N/m2.< /RTI>

20. Device of rapid prototyping, including/understanding:

- means to induce the transformation (1) of the matter first in a field of work (45),
  - means of supply raw material (103),
  - with less the one scraper (40,41) comprising at least two bodies pushers laid out face to face,
  - means to carry out at least a phase of covering,
- the aforementioned means including/understanding of the means of drive (CH, 46) in translation of the scraper according to a back and forth pass, characterized by the fact that it comprises means (47,48) to ensure a rise in the body pusher located downstream in the direction of displacement (F, BFR) of the scraper compared to the surface of the field of work (45), so that the body pusher in high position does not transport raw material at the time of its way and remains inactive, only the other body pusher upstream being active, each body pusher being alternatively active or passive according to direction's of displacement of the scraper.

#### CLAIMS MODIFIEES

[received by the International Office on July 10, 2000 (10.07.00);

removed claim 19; other unchanged claims (1 page)] the vertical leg (43) is connected to a carriage (CH) guided in translation parallel to the field of work, and whose horizontal bar (42) carries in the vicinity of each one of its ends a body pusher (40,41), each body pusher being turned towards the vertical leg (43) of T and each body wheeler being located between the aforementioned bodies pushers, the aforementioned gantry being ready to rock so that only a body pusher at the same time is active during the phase of covering, in a direction of displacement given of the gantry.

18. Device according to one of claims 11 to 17, characterized by the fact that the aforementioned means of food (103)

are connected to at least two openings (7,8) emerging on both sides of the field of work, to selectively distribute the matter through one or the other of the aforesaid openings, which is closest to the initial position (9,9 ') of the scraper, before each successive phase of covering.

19. Device of rapid prototyping, including/understanding:

- means to induce the transformation (1) of the matter

first in a field of work (45),

- means of supply raw material (103),

- with less the one scraper (40,41) comprising at least two bodies pushers laid out face to face,

- means to carry out at least a phase of covering,

the aforementioned means including/understanding of the means of drive (CH, 46)

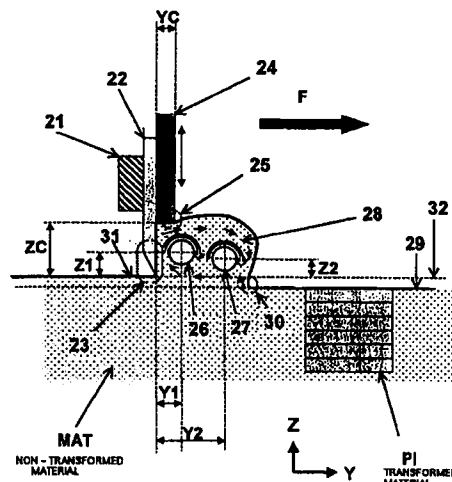
in translation of the scraper according to a back and forth pass, characterized by the fact that it comprises means (47,48) to ensure a rise in the body pusher locates downstream in the direction of displacement (F, BFR) of the scraper compared to the surface of the field of work (45), so that the body pusher in high position does not transport raw material at the time of its way and remains inactive, only the other body pusher upstream being active, each body pusher being alternatively active or passive according to direction's of displacement of the scraper.

8

8

DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

<b>(51) Classification internationale des brevets <sup>7</sup> :</b> <b>B29C 67/00, 41/12, 41/00</b>	<b>A1</b>	<b>(11) Numéro de publication internationale:</b> <b>WO 00/51809</b> <b>(43) Date de publication internationale:</b> 8 septembre 2000 (08.09.00)
<p><b>(21) Numéro de la demande internationale:</b> PCT/FR00/00493</p> <p><b>(22) Date de dépôt international:</b> 29 février 2000 (29.02.00)</p> <p><b>(30) Données relatives à la priorité:</b>          99/02719 1er mars 1999 (01.03.99) FR</p> <p><b>(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US):</b> OPTO-FORM SARL PROCEDES DE PROTOTYPAGE RAPIDE [FR/FR]; Rue des Sables, F-54425 Pulnoy (FR).</p> <p><b>(72) Inventeurs; et</b>  <b>(75) Inventeurs/Déposants (US seulement):</b> ALLANIC, André-Luc [FR/FR]; 29, rue de Solignac, F-54000 Nancy (FR). SCHAEFFER, Philippe [FR/FR]; Maison Forestière, F-54700 Atton (FR).</p> <p><b>(74) Mandataire:</b> ABELLO, Michel; Cabinet Peuscet, 78, avenue Raymond Poincaré, F-75116 Paris (FR).</p>		<p><b>(81) Etats désignés:</b> AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> <p><b>Publiée</b>  <i>Avec rapport de recherche internationale.</i>  <i>Avec revendications modifiées.</i></p>
<p><b>(54) Title:</b> FAST THREE-DIMENSIONAL MODELLING METHOD AND DEVICE, AND THREE-DIMENSIONAL PART OBTAINED BY FAST THREE-DIMENSIONAL MODELLING</p>		
<p><b>(54) Titre:</b> PROCEDE DE DISPOSITIF DE PROTOTYPE RAPIDE, ET PIECE TRIDIMENSIONNELLE OBTENUE PAR PROTOTYPAGE RAPIDE</p>		
<p><b>(57) Abstract</b></p> <p>The invention concerns a fast three-dimensional modelling method comprising the following steps: a phase which consists in transforming the raw material in the work space (32) by means of a device inducing transformation (1); at least at one moment, a phase which consists in supplying non transformed material, downstream of the doctor blade; a phase which consists in covering the transformed material (PI) with non-transformed material (MAT), which consists in moving the blade in a direction (F), driving in rotation about an axis a rolling member (26, 27) whereon an extruded log of non-transformed raw material (28) is wound, arranging a pushing member (22) such that its proximal edge (23) coincides with the surface of said work space, and positioning said rolling member downstream of the pushing member, and opposite thereof, so as to channel the extruded log of non-transformed material towards a cavity formed between the proximal edge and the rolling member facing it.</p> <p><b>(57) Abrégé</b></p> <p>Procédé de prototypage rapide comprenant les étapes suivantes: une phase de transformation de la matière première dans la champ de travail (32) grâce à un dispositif induisant la transformation (1); à au moins un instant, une phase d'alimentation en matière première non transformée, en aval du racleur; une phase de recouvrement de la matière transformée (PI) par de la matière non transformée (MAT), consistant à déplacer le racleur dans une direction (F), à entraîner en rotation autour d'un axe un organe rouleur (26, 27) sur lequel s'enroule un boudin de matière première non transformée (28), à disposer un organe poussoir (22) de façon que son bord proximal (23) coïncide avec la surface dudit champ de travail, pour pousser la matière non transformée à recouvrir le champ de travail, et à positionner ledit organe rouleur en aval dudit organe poussoir, et en regard de celui-ci, de façon à canaliser le boudin de matière non transformée vers une cavité formée entre le bord proximal et l'organe rouleur en vis à vis.</p>		



### UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce			TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	ML	Mali	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MN	Mongolie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MR	Mauritanie	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MW	Malawi	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	MX	Mexique	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NE	Niger	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NL	Pays-Bas	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NO	Norvège	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	NZ	Nouvelle-Zélande		
CM	Cameroun			PL	Pologne		
CN	Chine	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CU	Cuba	KZ	Kazakhstan	RO	Roumanie		
CZ	République tchèque	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
DE	Allemagne	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DK	Danemark	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
EE	Estonie	LR	Libéria	SG	Singapour		

## PROCEDE ET DISPOSITIF DE PROTOTYPAGE RAPIDE, ET PIECE TRIDIMENSIONNELLE OBTENUE PAR PROTOTYPAGE RAPIDE

La présente invention porte sur un procédé de fabrication de  
5 pièces tridimensionnelles à partir de données informatiques représentant  
leur forme, et sur un dispositif de mise en œuvre de ce procédé. Il est  
connu de réaliser des pièces par transformation de volumes successifs  
(généralement de fines couches) d'une matière première d'un premier  
état en un second état, au moyen d'un dispositif induisant ladite  
10 transformation, par répétition d'un cycle comprenant notamment une  
phase de transformation de la matière dans au moins une partie d'un  
champ de travail grâce au dispositif induisant la transformation, et une  
phase de recouvrement de la matière transformée par de la matière non  
encore transformée.

15 La plupart des machines dites de « Prototypage Rapide » mettent  
en œuvre ce type de procédé, notamment les machines de  
stéréolithographie, utilisant une matière première liquide photosensible  
(susceptible d'être polymérisée ou réticulée) combinée à un dispositif  
d'illumination (par balayage laser ultraviolet par exemple), et les  
20 machines dites de frittage de poudres, utilisant une matière première  
sous forme de poudre, ladite poudre étant susceptible d'être localement  
agglomérée par effet thermique (par balayage laser infrarouge par  
exemple).

De nombreuses demandes de brevets relatives à ce type de machines  
25 ont été déposées, notamment pour le domaine de la stéréolithographie.  
Une description complète du procédé est donnée dans le document EP  
0361847, des procédés similaires sont également décrits dans les  
documents EP 0450762 et EP 0484182. Dans le document EP  
02876657 on trouve une description détaillée d'un procédé de frittage  
30 de poudre, ainsi qu'une description de l'appareil pour la mise en œuvre  
du procédé.

Une caractéristique commune aux procédés de stéolithographie et  
de frittage de poudres est qu'ils nécessitent la mise en œuvre de  
moyens pour étaler la matière première sous forme de fines couches  
35 (pour réaliser la phase de recouvrement), de manière automatique,  
rapide, et homogène. De manière générale, la phase de recouvrement

consiste à balayer la surface du champ de travail à l'aide d'au moins un organe de forme allongée appelé racleur, ledit racleur étant mis en mouvement au-dessus du champ de travail. Selon les cas, le racleur transporte la matière mise en jeu pour le recouvrement, ou bien ne sert qu'à égaliser un dépôt préalable de matière.

De nombreux dispositifs ont été imaginés pour la réalisation du racleur. Par exemple, dans le domaine des poudres, on trouve dans le document EP 02876657 la description d'un racleur constitué par un rouleau animé d'un mouvement de rotation autour de son axe, cet axe étant disposé parallèlement au plan du champ de travail, la partie inférieure du rouleau coïncidant sensiblement avec l'altitude du champ de travail. Ce rouleau est animé également d'un mouvement de translation au cours duquel il entraîne un volume de matière situé en aval, et étale progressivement une nouvelle couche de matière en amont, recouvrant la matière précédemment transformée.

En ce qui concerne les matières premières liquides, on distingue deux types de procédés : soit le recouvrement proprement dit est assuré au préalable sur le champ de travail par des moyens de recouvrement (déversoir, spray, immersion, ...) , et le racleur ne fait qu'égaliser ensuite la surface libre de liquide par un mouvement de balayage horizontal, soit le racleur effectue simultanément les fonctions de recouvrement et d'égalisation. Le second mode de fonctionnement suppose le transport par le racleur (ou par des moyens annexes associés) d'un volume de matière suffisant pour recouvrir les zones venant d'être solidifiées.

Différents dispositifs ont été imaginés pour la réalisation du racleur, par exemple une simple lame rigide (cf document EP 0361847), dont la section peut avoir une forme particulière, ou l'association de deux éléments rigides (document EP 0484182), auxquels sont attachés des éléments de brosse disposés en quinconce. Ces premiers dispositifs n'ont pas donné entière satisfaction.

En effet, lorsque l'on déplace un racleur dit « racleur simple », comme par exemple une lame (ou tout autre équivalent plus ou moins souple) dont la partie inférieure est en contact avec la surface libre d'un liquide, parallèlement à ladite surface libre, on génère des efforts au voisinage de la zone de contact entre la lame et le liquide. Ces

contraintes locales de cisaillement se transmettent au sein du liquide situé en dessous de la surface libre, sur une profondeur bien supérieure à l'épaisseur de la couche mise en place.

Dans le cas des résines classiquement utilisées en stéréolithographie, dont le comportement est proche d'un liquide Newtonien, ayant des viscosités de quelques milliers de centiPoises, le racleur peut générer des mouvements de liquide sur une profondeur pouvant aller de quelques millimètres à quelques centimètres.

Les portions de matière solide ou quasi-solide transformée lors des cycles précédents constituent des obstacles au sein du liquide en mouvement, ce qui se traduit par de fortes variations des conditions d'écoulement du liquide. Il en résulte que, au voisinage des frontières de la section en cours de fabrication, apparaissent des défauts de planéité de la couche venant d'être étalée par le racleur. Une illustration schématique de ces défauts est donnée dans le document WO 95/15842, où sont représentés des ménisques (concaves ou convexes), au voisinage des zones de transition liquide-solide.

Ces ménisques induisent des défauts géométriques sur les pièces réalisées, et constituent, une fois solidifiés, un handicap supplémentaire pour la mise en place de la couche suivante, ce qui se traduit finalement par une amplification de défauts, incompatible avec le dispositif de recouvrement (risque d'arrachement de couches, d'accidents matériels, ...).

Pour limiter ces inconvénients, il est parfois possible de ralentir la vitesse de déplacement du racleur, ou d'imposer un temps de relaxation avant de procéder à la phase de transformation suivante, mais ces solutions ont pour conséquence une augmentation substantielle des temps de fabrication des pièces, conduisant à des surcoûts de production pouvant être rédhibitoires.

La solution proposée dans le document WO 95/15842 ne remet pas en cause le recours à un racleur dit « racleur simple », mais consiste à réaliser au voisinage des pièces une structure de garnissage épousant sensiblement la forme des pièces, ayant pour effet de reporter les problèmes de ménisques dans des zones éloignées desdites pièces. Ce procédé astucieux permet la mise en œuvre d'un « racleur simple » constitué par une pièce allongée souple de faible épaisseur, et permet

d'atteindre des durées très courtes pour les phases de recouvrement. L'apport de matière nécessaire pour effectuer la phase de recouvrement est réalisé par le transport d'une sorte de vague de matière, formée au départ du mouvement du racleur, le volume de matière constitué par ladite vague étant progressivement consommé sous l'effet de la combinaison de la gravité et du mouvement de translation.

Une autre solution, décrite dans le document WO 96/23647 consiste à utiliser un racleur dit « racleur actif », en l'occurrence, il s'agit d'un rouleau animé d'un mouvement de rotation propre dans le sens « contra-rotatif », associé à une sorte de digue, constituée par une sorte de lame rectiligne, dont la partie inférieure est située à une faible distance de la partie supérieure du rouleau. Un rouleau tournant dans le sens « contra-rotatif » est tel que tout point situé sur sa périphérie, lorsqu'il passe par le point de sa trajectoire le plus proche du champ de travail, a une vitesse tangentielle relative par rapport à l'axe de rotation dirigée dans le même sens que la vitesse de déplacement de l'axe de rotation du rouleau par rapport au champ de travail.

Le fonctionnement de ce dispositif est schématisé dans les figures de ce document, dans le cas où un dépôt préalable de matière a été réalisé en aval. La digue forme obstacle à la libre circulation du liquide situé en aval du rouleau, permettant une régulation de l'épaisseur du film formé sur la portion amont du rouleau. La surface libre du film rencontre celle de la couche formée en amont, formant un point de rebroussement très aigu au voisinage de la génératrice inférieure du rouleau. Ce point de rebroussement définit l'altitude de la surface libre de la matière déposée en amont, et comme en régime permanent il est fixe par rapport à l'axe du rouleau, la couche peut être bien égalisée.

Une analyse détaillée des phénomènes physiques mis en jeu est proposée dans le document, pour expliquer les avantages d'un tel dispositif par rapport à une simple lame (racleur simple), notamment en ce qui concerne les interactions avec le liquide situé au voisinage du racleur. Il apparaît notamment, que le sens de rotation « contra-rotatif » du rouleau atténue fortement lesdites interactions, alors qu'à l'opposé, un mouvement dans le sens non « contra-rotatif », qu'on appellera « sens roulant » dans la suite de ce document, induirait des effets de



pression ayant pour conséquence la mise en place d'une couche non homogène.

Différentes variantes sont proposées, notamment concernant la section de ladite digue et son orientation. D'autres variantes pour remédier aux effets indésirables d'accumulation éventuelle de la matière au voisinage de la lame sont exposées : utilisation d'un dispositif d'évacuation à vis sans fin, ou d'une lame dans laquelle est pratiquée une canalisation. Enfin, deux modes d'alimentation sont proposés pour le dispositif : soit la couche de matière est préalablement déposée en aval, et le racleur ne fait que corriger les défauts de planéité résiduels, soit le racleur transporte un volume de liquide suffisant pour fournir la quantité de matière nécessaire au recouvrement (comme pour la solution du document WO 95/15842).

Il existe une gamme de matériaux particulièrement intéressants pour le Prototypage Rapide, permettant notamment de s'affranchir du défaut principal des poudres (réalisation de pièces poreuses) et de celui des résines liquides acryliques ou époxy (faible résistance mécanique, fragilité, etc...) : les matériaux fortement visqueux, voire pâteux. Ces matériaux peuvent être obtenus par exemple par addition d'un fort taux volumique de charge solide (poudre), dans un liant constitué de résine liquide photosensible ou thermodurcissable. Dans la suite, on qualifiera de pâtes la catégorie de matériaux englobant les matériaux de très forte viscosité (supérieure à 10000 centiPoises), ou les matériaux « à seuil marqué ». Un matériau « à seuil » est tel qu'il ne s'écoule pas (gradient nul) tant que la contrainte de cisaillement qui lui est appliquée ne dépasse pas une valeur minimale. On dira qu'un matériau présente un « seuil marqué », lorsque la valeur de cette contrainte de cisaillement est supérieure à 20 Newton par mètre carré.

Les solutions connues pour effectuer les phases de recouvrement ne conviennent pas pour le traitement des pâtes, en raison principalement de leur relative « insensibilité » à l'action de la gravité terrestre.

En effet, il faut tout d'abord recouvrir la matière venant d'être transformée par une couche de pâte, ce qui est bien sûr pratiquement impossible par simple procédé d'immersion. La solution classiquement adoptée, consistant à transporter un volume de matière avec une racle,

mise en mouvement parallèlement au champ de travail, et à déposer progressivement ce volume de matière, situé en aval de la racle, sur les couches inférieures, est relativement difficile à mettre en œuvre avec les pâtes. Pour que l'étalement ait lieu, il est indispensable que le

5 volume de matière situé en aval de la racle, proche du bord inférieur de celle-ci, soit en contact avec la surface libre des couches inférieures. En effet, le volume de matière est alors soumis à un fort gradient de vitesse (vitesse de déplacement du racleur pour la partie en contact avec la racle, et vitesse nulle pour la partie en contact avec les couches

10 inférieures), générant les contraintes de cisaillement requises pour obtenir l'écoulement de matière indispensable d'aval en amont. Tant que la gravité assure un écoulement descendant du volume de matière situé en aval, suffisamment rapide pour compenser le flux de matière consommée pour l'étalement, ce contact indispensable peut être

15 maintenu. Par contre, si ce contact est rompu, le volume de matière en amont est simplement transporté, sans être étalé. Or, avec des pâtes, le flux induit par l'action de la gravité au sein du volume en aval de la racle est très faible (en raison de leur forte viscosité), et peut même être nul si leur seuil d'écoulement est suffisamment important. Par

20 conséquent, même si on fournit au départ un volume de matière en aval de la racle, théoriquement suffisant pour assurer le recouvrement souhaité, on s'expose à des « décrochages », ou défauts de recouvrement (formation de « trous » dans la couche déposée), incompatibles avec le procédé de fabrication.

25 Certes, pour contourner le problème, on pourrait imaginer effectuer un dépôt préalable de matière, la racle ne jouant alors plus qu'un rôle d'égalisation. Cependant, il n'est pas simple de réaliser un tel dépôt préalable. En effet, il faudrait recourir à des moyens de transfert adaptés aux matériaux pâteux (pompes spéciales), assurer leur

30 déplacement au-dessus du champ de travail, ce qui engendre des coûts et une complexité supplémentaire, surtout si on désire contrôler finement le débit de matière. De plus, pour ne pas risquer de « décrochage », il faudrait nécessairement fournir un excès permanent de matière en aval. Or cela impliquerait une accumulation progressive

35 de matière sur la racle lors de son parcours au-dessus du champ de

travail, et donc la nécessité de mettre en œuvre des moyens pour éliminer le volume ainsi accumulé.

Le procédé selon l'invention permet de remédier à ces inconvénients. Pour simplifier la suite de la description, on a choisi de se placer implicitement dans le cas particulier où le champ de travail est horizontal (cela permet d'utiliser des expressions telles que « au-dessus », « bord inférieur », etc...). Ce choix rédactionnel ne doit pas être interprété comme une limitation de la portée de l'invention, dans la mesure où avec des pâtes, le procédé selon l'invention peut fonctionner avec un champ de travail non horizontal, voire avec un champ de travail ayant une surface courbée.

Selon un exemple de l'invention, lors de l'une au moins des phases de recouvrement, ladite phase de recouvrement utilisant au moins un racleur mis en mouvement pour effectuer les différentes phases de recouvrement, ledit racleur comprenant au moins un organe de forme allongée appelé pousseur, dont le bord inférieur décrit une surface coïncidant sensiblement avec la surface du champ de travail lors du parcours du racleur au-dessus du champ de travail, on forme une sorte de boudin de matière première, c'est-à-dire un volume de matière première de forme allongée, disposé contre le bord inférieur du pousseur, en aval de celui-ci, la portion inférieure du boudin étant située au voisinage de la surface du champ de travail, et on anime le boudin de matière première d'un mouvement de rotation sur lui-même autour de son axe, au moyen d'au moins un organe appelé rouleur, situé en aval du pousseur, ledit rouleur étant animé d'un mouvement de rotation autour d'un axe sensiblement parallèle au racleur.

Ainsi, on assure un recyclage rapide de la matière première au voisinage du bord inférieur du pousseur, en aval, ce qui permet de s'affranchir du problème de « décrochage » cité ci-dessus, le boudin étant transporté par le pousseur en mouvement au-dessus de la surface du champ de travail.

Avantageusement, selon l'invention, on impose audit boudin de matière première une rotation dans le « sens roulant ». En effet, un tel sens de rotation permet d'animer la matière constituant la portion inférieure du boudin d'une composante de vitesse opposée à celle imposée par le mouvement du pousseur, ce qui contribue à limiter les

interactions avec les couches inférieures, et donc à limiter l'amplitude des défauts (ménisques) qui en résultent.

Selon l'invention, on pourra avantageusement transporter le boudin de matière première formé en aval du pousseur selon un mouvement de roulement sans glissement sur le champ de travail, en adaptant la vitesse de rotation propre dudit boudin de matière première à la vitesse de déplacement du pousseur. Ce mode particulier de transport de la matière permet d'assurer une vitesse relative de la matière située dans la portion inférieure du boudin, par rapport à celle des couches inférieures, pratiquement nulle lorsqu'elle entre en contact avec lesdites couches inférieures, ce qui contribue fortement à un dépôt « en douceur », comme si on déroulait un film de pâte sur les couches inférieures. Il suffit que la portion de matière située au voisinage de la surface extérieure dudit boudin respecte cette condition de roulement sans glissement pour obtenir l'effet désiré (d'éventuels mouvements internes de matière au sein du boudin de matière, non conformes aux conditions de roulement sans glissement, sont acceptables). Les pâtes obtenues par ajout d'une charge solide dans un liant liquide étant en général opaques, seule la surface extérieure du boudin de matière est visible, c'est pourquoi, pour obtenir l'effet bénéfique désiré, on dira que le boudin de matière doit être transporté selon un mouvement « apparent » de roulement sans glissement.

Selon l'invention, pour fournir au racleur la matière première nécessaire au recouvrement, on procède avantageusement de la manière suivante : on forme sur la trajectoire du racleur, grâce à des moyens d'alimentation, au moins un volume de matière première dont la partie supérieure est émergeante par rapport à la surface décrite par le bord inférieur du pousseur lors du mouvement du racleur, de sorte que, lors de son parcours, le racleur arase ladite partie émergeante de matière première et la transporte en direction du champ de travail pour recouvrir la matière déjà transformée. Ce mode d'alimentation permet notamment de déporter la zone d'alimentation en dehors du champ de travail, et d'éviter la mise en œuvre de moyens d'alimentation mobiles. On peut également prévoir, en variante, une alimentation en continu en matière première non transformée.

Il est avantageux d'utiliser des matières premières qui, dans leur premier état, sont des matériaux pâteux présentant un seuil d'écoulement marqué. En effet, avec de tels matériaux, on limite la profondeur sur laquelle on entraîne des mouvements au sein des couches inférieures, ces mouvements ne pouvant avoir lieu qu'à partir d'un niveau de contraintes minimal (le seuil d'écoulement). Or, plus ladite profondeur est faible, moins les risques d'apparition de ménisques, sont importants.

Dans une variante de l'invention, on effectue au moins une fois une inversion du sens de déplacement du racleur pour réaliser deux phases de recouvrement successives (séparées ou non par une phase de transformation). Ce mode permet d'éviter de faire parcourir au racleur un parcours de recyclage, qui serait nécessaire si la phase de recouvrement était réalisée toujours dans le même sens. Dans le cadre de cette variante de l'invention, il est avantageux de former le boudin de matière première entre deux pousseurs disposés parallèlement entre eux (au moins un rouleur étant disposé dans l'espace compris entre les deux pousseurs), de sorte que, lors de l'inversion du mouvement du racleur, on puisse toujours avoir un boudin en aval d'un pousseur. En effet, comme cela est décrit dans le commentaire de la figure 3, on peut faire en sorte que le boudin se détache du pousseur avec lequel il était en contact, et soit récupéré par le second pousseur après inversion du mouvement. Ainsi, il est possible de s'affranchir de la nécessité de fournir un apport de matière avant chaque phase de recouvrement.

Au sens de l'invention, les deux organes pousseurs peuvent être distincts ou bien reliés par une structure monobloc du type en U inversé, ou autre.

Il n'est pas nécessaire de disposer de plus d'un rouleur, étant donné que celui-ci est placé entre les deux pousseurs, il peut être utilisé alternativement avec l'un ou l'autre des pousseurs, en adaptant éventuellement son sens de rotation au sens de déplacement. Comme cela est illustré à la figure 3, on pourra avantageusement, pour la mise en œuvre de cette variante du procédé selon l'invention, réaliser un racleur comportant au moins deux pousseurs liés à un châssis commun, ledit châssis étant lié aux moyens de guidage et d'entraînement du racleur au moyen d'une liaison par pivot.

Avantageusement, on assure une élévation sensible du pousseur, situé en aval (relativement au sens de déplacement du racleur) par rapport à la surface du champ de travail, de sorte que celui-ci ne se charge pas de matière première en arasant, lors de son passage au-dessus du champ de travail, les éventuels ménisques émergents créés lors de la phase de recouvrement précédente. Après inversion du sens de déplacement du racleur, la matière première ainsi accumulée sur le pousseur risque d'être déposée de manière incontrôlable sur le champ de travail, ce qui conduirait à la mise en place d'une couche irrégulière.

Le dispositif pour la mise en œuvre de l'invention peut comprendre :

- des moyens pour induire la transformation de la matière première dans un champ de travail
- des moyens pour effectuer les phases de recouvrement utilisant au moins un racleur comportant au moins un pousseur, ledit pousseur étant constitué par un élément mécanique de forme allongée, dont le bord inférieur décrit une surface coïncidant sensiblement avec la surface du champ de travail lors du parcours du racleur au-dessus du champ de travail, et au moins un rouleur, constitué par un élément mécanique de forme allongée, disposé parallèlement au pousseur, en aval du pousseur, et entraîné en rotation, par des moyens d'entraînement, autour d'un axe sensiblement parallèle au pousseur, le ou lesdits racleur(s) étant mis en mouvement sensiblement parallèlement au champ de travail au cours des phases de recouvrement par l'intermédiaire de moyens de guidage et d'entraînement.
- des moyens pour déplacer les volumes déjà transformés par rapport au champ de travail
- éventuellement un conteneur pour contenir de la matière
- des moyens pour piloter les différents organes du dispositif
- des moyens d'alimentation en matière première

Pour obtenir aisément la formation d'un boudin de matière première roulant sur lui-même au voisinage du bord inférieur du pousseur, en aval dudit pousseur, il est intéressant de disposer le rouleur par rapport au pousseur de manière à assurer l'existence d'un interstice

suffisamment grand entre la surface de la couche précédemment déposée et la portion inférieure dudit rouleur. En effet, un tel interstice permet à la matière située en aval du pousseur, au voisinage du bord inférieur du rouleur, de circuler selon la trajectoire sensiblement circulaire imposée par le mouvement du rouleur, sans être « freinée » ou déviée de sa trajectoire, par la matière fixe des couches inférieures (notamment les portions transformées) avec laquelle elle entre en contact. Cet écoulement local en arc de cercle, autour de l'axe du rouleur, en aval du pousseur, permet d'amorcer la formation du boudin de matière désiré, et lorsqu'il est réalisé, d'entretenir son mouvement de rotation sur lui-même. On a pu constater qu'avec un interstice de hauteur au moins égale à l'épaisseur de la couche en cours de dépôt, la formation du boudin et sa rotation propre sont faciles à obtenir avec des pâtes peu épaisses, pour des pâtes plus épaisses il est préférable d'avoir un interstice nettement supérieur à l'épaisseur de la couche en cours de dépôt. Pour réaliser cette hauteur minimale de l'interstice (épaisseur de la couche en cours de dépôt), il suffit de disposer l'axe de rotation du rouleur à une altitude supérieure à celle du bord inférieur du pousseur, la différence d'altitude entre l'axe de rotation du rouleur et le bord inférieur du pousseur étant au moins égale à la valeur du plus grand rayon des cercles décrits par les points matériels du rouleur lors de son mouvement de rotation propre.

Le dispositif pour la mise en œuvre du procédé selon l'invention peut être tel que l'axe de rotation du rouleur est disposé relativement au bord inférieur du pousseur, en aval dudit pousseur, à une altitude supérieure ou égale au plus grand rayon des cercles décrits par les points matériels du rouleur lors de son mouvement de rotation propre.

Avantageusement, le sens de rotation du rouleur est le « sens roulant », ce qui permet d'imposer au boudin de matière transporté un sens de rotation dans le « sens roulant ».

Il est intéressant de choisir un pousseur dont la face en regard avec le rouleur présente une protubérance sensiblement parallèle au bord inférieur du pousseur, la section de ladite protubérance présentant avantageusement une portion anguleuse bien marquée. En effet, on réalise ainsi une sorte de cavité dans la portion inférieure du pousseur, qui, combinée à l'action du rouleur et au déplacement du pousseur,

contribue à canaliser la matière transportée par le racleur sous la forme de boudin roulant sur lui-même. Il est intéressant également de pouvoir régler facilement l'altitude de ladite protubérance, par exemple à l'aide d'une pièce rapportée plaquée contre la face aval du pousseur, comme  
5 cela est illustré à la figure 2 annexée. En effet, on a constaté que ce paramètre (altitude de la protubérance) permet d'optimiser la qualité du recouvrement effectué en fonction des caractéristiques rhéologiques du matériau traité. Par conséquent, avec un tel pousseur à « géométrie variable », on pourra traiter de manière optimale une grande variété de  
10 pâtes, par un simple réglage mécanique, plutôt que de devoir changer le pousseur à chaque changement de matériau.

Il est avantageux de choisir un pousseur présentant une forme effilée dans sa partie inférieure. En effet, on a constaté que pour les pâtes très épaisses, la qualité des couches était nettement améliorée par la mise en  
15 œuvre d'un pousseur ayant, dans sa partie inférieure, un bord relativement tranchant. Il est intéressant de jouer, pour cette sorte d'outil de coupe, sur l'angle d'attaque et l'angle de dépouille, afin de s'adapter au mieux aux particularités de chaque matériau. Avec des pâtes, il est parfois difficile d'assurer une parfaite homogénéité de la  
20 matière, ce qui peut être gênant pour le procédé. Par exemple dans le cas où des bulles d'air sont emprisonnées lors de la réalisation du mélange, il peut en résulter l'apparition de « trous » après étalement de la matière. Pour remédier à cet inconvénient, il est intéressant de faire parcourir au racleur, une certaine course de démarrage, dans une zone  
25 externe au champ de travail, proche de la frontière du champ de travail. En effet, au cours de cette course de démarrage, avant d'atteindre son régime permanent de fonctionnement, le racleur selon l'invention brasse la matière située en aval, ce brassage ayant pour effet d'une part d'homogénéiser la matière initialement délivrée, et d'autre  
30 part, de conformer la matière pour obtenir la forme de boudin désirée.

Dans le cas où l'on désire recouvrir de grandes surfaces, avec une épaisseur de matière importante, on doit fournir au départ un volume important de matière, ce qui rend plus difficile l'opération de brassage initial. De plus, le volume de matière diminue  
35 progressivement au cours de l'opération de recouvrement, ce qui peut nécessiter, dans certains cas, une adaptation évolutive des paramètres



de fonctionnement. Une telle adaptation est facilement réalisable pour ce qui concerne la vitesse de rotation du rouleur et la vitesse de déplacement du racleur, par contre il est beaucoup plus délicat de fournir des moyens pour faire évoluer les paramètres géométriques de configuration du racleur au cours du recouvrement.

L'ajout d'un second rouleur animé d'un mouvement propre de rotation permet d'améliorer le fonctionnement du racleur selon l'invention. En effet, avec un racleur constitué d'un pousleur et d'au moins deux rouleurs, on peut obtenir un brassage plus efficace qu'avec un seul rouleur, et on peut aussi atténuer les effets liés à l'évolution du volume de matière transporté. En effet, le volume de matière circulant au voisinage du rouleur le plus proche du bord inférieur du pousleur évolue peu, cette évolution est reportée sur le second rouleur qui, étant éloigné du bord inférieur du pousleur, perturbe peu l'opération de recouvrement.

Lorsque le volume de matière transportée est important, il n'est pas simple de canaliser les écoulements de matière avec un seul rouleur, notamment si l'on désire obtenir un mouvement du boudin proche du roulement sans glissement sur le champ de travail. C'est pourquoi, il est avantageux pour la réalisation du racleur, d'utiliser au moins deux rouleurs animés d'un mouvement de rotation dans le « sens roulant ».

Pour la réalisation du racleur selon l'invention, de nombreuses variantes peuvent encore être mises en œuvre : la forme géométrique de la section du pousleur peut être constante ou non le long du pousleur, le rouleur peut être choisi dans la famille des barreaux prismatiques de section circulaire, carrée, triangulaire, le nombre de rouleurs peut également être supérieur à deux, on peut associer plusieurs racleurs pour effectuer simultanément plusieurs passages (ébauche, finition par exemple) sur la même zone, etc ...

Pour mieux faire comprendre l'objet de l'invention, on va en décrire, à titre d'exemples purement illustratifs et non limitatifs, plusieurs modes de réalisation représentés sur les dessins annexés. Sur ces dessins :

- la figure 1 représente une vue partielle d'ensemble en perspective d'un dispositif pour la mise en œuvre du procédé selon l'invention ;

- la figure 2 représente une vue en coupe longitudinale partielle du mode préféré de réalisation d'un racleur pour la mise en œuvre de l'invention ;
- la figure 3 représente schématiquement trois vues latérales d'un exemple de réalisation d'un mode particulier de réalisation des phases de recouvrement selon l'invention, avec inversion du sens de déplacement du racleur à l'étape 3B pour effectuer deux phases de recouvrement successives aux étapes 3A et 3C.

Sur la figure 1 est représentée une vue d'ensemble d'un dispositif pour la mise en œuvre du procédé selon l'invention. Un dispositif pour induire les transformations 1 dans un champ de travail 104, est disposé au dessus du centre d'un support 2 constitué par une pièce rectangulaire (de dimensions LX selon l'axe X et LY selon l'axe Y) dont la face supérieure est plane, le support étant lié à des moyens de guidage et d'entraînement 3 par l'intermédiaire d'une pièce de liaison 4. Une table T dont la face supérieure 5 est plane et horizontale, dans laquelle est pratiquée une ouverture 6 rectangulaire de dimension supérieure à LX selon l'axe X et supérieure à LY selon l'axe Y, est disposée de sorte que, lors de son mouvement, le support 2 puisse passer au travers de ladite ouverture 6. Deux autres ouvertures (7, 8) de forme allongée, de longueur approximativement égale à LX, disposées parallèlement à l'axe X, à une faible distance du bord de l'ouverture 6, sont également pratiquées dans ladite table T. Un racleur 9 de forme allongée, lié à des moyens de guidage et d'entraînement 101 pour être animé d'un mouvement de translation horizontal selon l'axe Y, est susceptible de se déplacer d'une position initiale (la position dans laquelle il est représenté en trait plein) à une position finale (9' : position du racleur représenté en pointillé). Des moyens d'alimentation en matière 103, constitués par exemple par des pistons remplis initialement de matière, ou par un dispositif de pompage, sont reliés aux ouvertures 7 et 8, pour permettre un apport de matière, selon la direction ascendante Z, au travers desdites ouvertures 7 et 8. Les ouvertures 6, 7 et 8 sont situées dans une zone basse, délimitée par le contour 10, dans laquelle la face supérieure de la table est plane et horizontale, mais dont l'altitude est légèrement inférieure à celle de la face 5.

Des moyens de pilotage 102, reliés aux organes 1, 3, 101 et 103, permettent de piloter le dispositif.

Initialement, le support 2 est amené à une position telle que sa face supérieure coïncide sensiblement avec la face supérieure de la table T. De la matière est distribuée au travers des ouvertures 7 et 8, et le racleur 9 effectue un mouvement d'aller-retour entre ses deux positions extrêmes, de sorte que l'espace compris dans la zone basse, soit progressivement comblé par de la matière, la surface libre de la matière coïncidant sensiblement avec le plan de la face 5, la face supérieure du support 2 étant recouverte d'une fine couche de matière. A ce stade le cycle de fabrication peut démarrer : on réalise une première phase de transformation à l'aide du dispositif 1, de sorte que les parties transformées adhèrent au support 2, puis le support 2 est déplacé vers le bas, d'une distance correspondant à l'épaisseur de la couche désirée. On suppose que le racleur est situé à la position 9, de la matière est distribuée par l'ouverture 7, puis le racleur se déplace jusqu'à la position 9', effectuant le recouvrement souhaité. Une nouvelle phase de transformation peut alors être réalisée, puis, après descente du support 2, alimentation en matière par l'ouverture 8, et retour du racleur à la position initiale 9, on est prêt à effectuer une nouvelle phase de transformation. Le cycle peut ainsi être réalisé autant de fois qu'il est nécessaire pour empiler suffisamment de couches pour la réalisation complète d'une pièce. En fin de fabrication, le support se retrouve recouvert d'une sorte de parallélépipède de matière, formé par l'empilement des couches, la pièce étant incluse dans ce volume de matière. Le support est alors dégagé vers le bas, en vue des opérations de post traitement de la pièce (élimination ou récupération de la matière environnant la pièce, nettoyage, traitements de finition, ...).

La succession des opérations est gérée par des moyens informatiques de pilotage (102) reliés aux différents organes de la machine (1, 3, 101, 103).

Sur la figure 2 est représenté en coupe transversale un mode préféré de réalisation d'un racleur selon l'invention. Le pousseur est constitué par deux pièces (22, 24) de section constante, liées à un châssis 21, le châssis étant lié, directement ou non à des organes de guidage et d'entraînement (non représentés). La pièce 22 possède dans

sa partie inférieure 23 une forme effilée. La pièce 24 est susceptible d'être déplacée selon la direction verticale (Axe Z), et possède dans sa partie inférieure une portion anguleuse 25 qui constitue une protubérance par rapport à la face de la pièce 22 en contact avec la matière première 28, de sorte que l'altitude à laquelle se situe ladite protubérance est facilement réglable, pour permettre une adaptation à différents types de matériaux. Deux rouleurs, 26 et 27, constitués par des cylindres disposés parallèlement au pousseur sont liés au châssis 21 par l'intermédiaire de paliers (non représentés) et liés chacun à un organe d'entraînement (non représenté) pour être animés d'un mouvement de rotation propre dans le « sens roulant ». L'ensemble du racleur ainsi constitué est déplacé en translation selon l'axe Y (dans le sens indiqué par la flèche F), entraînant un volume de matière 28, qui, du fait du mouvement de rotation propre des rouleurs, est amené à former une sorte de boudin de section pratiquement constante le long de son axe, roulant sur lui-même selon un axe de rotation parallèle au racleur (ce mouvement de rotation de la matière entraînée est symbolisé par les petites flèches au sein du volume 28), conformément au procédé selon l'invention, et roulant sur la surface libre de matière déjà déposée (représentée par le plan 29). Au voisinage de la zone 30, une portion du volume de matière transporté est déposée sur la surface 29 (alimentation en aval), ce dépôt étant égalisé par le bord inférieur du pousseur au voisinage de la zone 31 pour réaliser, en amont, une nouvelle surface libre de matière, coïncidant sensiblement avec l'altitude du champ de travail 32. Les paramètres essentiels de réglage de ce dispositif sont les suivants : D1 et D2 diamètres respectifs des cylindres 26 et 27, A1 et A2 vitesse angulaire de rotation respective des cylindres 26 et 27, (Z1, Y1) et (Z2, Y2) les coordonnées des axes respectifs des pièces 26 et 27 par rapport au point de contact entre la surface 32 et la partie inférieure de la pièce 22, ZC et YC les dimensions de la cavité formée par l'assemblage des pièces 23 et 24 (ZC étant facilement réglable par déplacement de la pièce 24), enfin VY la vitesse de déplacement de l'ensemble.

Dans le mode préféré de réalisation, les valeurs choisies sont les suivantes : D1 et D2 compris entre 2 et 20 mm, A1 et A2 compris entre 10 et 1500 tours/minute, Z1 (respectivement Z2) compris entre

0.5 et 4 fois D1 (respectivement D2), Y1 (respectivement Y2) compris entre 0.5 et 6 fois D1 (respectivement D2), YC compris entre 0.5 et 10 millimètres, ZC compris entre 2 et 20 millimètres, et VY compris entre 1 et 200 millimètres/seconde.

5 Si la distance ZC est nettement supérieure à la distance Z1 ou Z2, la matière située dans la zone 23 risque d'être aspirée vers le haut, ce qui pourrait provoquer un détachement de la matière, voire un manque de matière au niveau de la zone 23. En revanche, plus la distance ZC est proche de la distance Z1 ou Z2, plus la pièce 24  
10 viendra comprimer la matière vers le bas dans la zone 23. Un bon compromis consisterait à prévoir une distance ZC sensiblement égale à deux fois la distance Z1, pour équilibrer la force de remontée de la matière entraînée par le rouleur 26, avec la force de compression de la matière du fait de la protubérance 24.

15 Par ailleurs, il est avantageux de prévoir la portion anguleuse 25 avec un point de rebroussement, afin d'éviter que la matière remonte le long de la pièce 24 et conduise à un détachement de la matière par rapport au pousseur et au rouleur.

Sur la figure 3 est représenté un racleur constitué par  
20 l'assemblage de deux ensembles identiques dans une configuration « face à face », permettant d'effectuer une inversion du sens de déplacement du racleur entre deux phases de recouvrement successives (mouvement de va et vient). Le fonctionnement de ce dispositif est schématisé en trois étapes (3A, 3B et 3C).

25 Les deux ensembles 40 et 41 sont constitués chacun, pour l'exemple représenté, d'un pousseur et de deux rouleurs, dans une configuration symétrique telle que les rouleurs sont situés dans l'espace compris entre les deux pousseurs.

Cette association est réalisée par deux pièces en forme de T  
30 situées aux extrémités de l'ensemble allongé formé par les deux racleurs, de manière à réaliser une sorte de portique. Sur le schéma, en vue de côté, seule l'une des extrémités du portique a été représentée. La pièce en T représentée, constituée par une barre « horizontale » 42, et une jambe « verticale » 43, est reliée à un chariot CH guidé en  
35 translation parallèlement au champ de travail représenté par la ligne 45, la liaison étant réalisée au moyen d'un pivot P. L'extrémité inférieure

du T est reliée, dans l'exemple représenté, par un second pivot P', à des moyens d'entraînement constitués ici par une courroie 46 ayant une portion parallèle au champ de travail 45, ladite courroie étant entraînée par des moyens d'entraînement (moteur, poulie, ... : non représentés).

5 Deux butées réglables (47, 48) situées sur le chariot CH, permettent de limiter le mouvement de basculement de la pièce en T. Sur la figure 3A, une force dirigée selon la flèche FA est appliquée à la courroie, provoquant un basculement du portique selon le sens indiqué par la flèche B. Lorsque la pièce 43 arrive en contact avec la butée 47, le

10 portique est bloqué dans son mouvement de pivot, et est entraîné en translation dans la direction de la flèche FA. Le réglage de la butée 47 permet de faire coïncider l'altitude de la couche déposée par la portion 40 du racleur avec le plan de travail 45. Le boudin de matière 49 a été représenté au voisinage de la portion 40 du racleur, ce volume de

15 matière est transporté dans la direction FA pour effectuer le recouvrement. Sur la figure 3B, la force appliquée sur la courroie est inversée (direction FB), ce qui se traduit par un basculement du portique selon le sens B'. Lors de ce basculement, le boudin de matière 49 reste en contact avec le plan de travail 45, et quitte donc la portion

20 40 du racleur qui a été élevée par rapport à la surface 45 lors du basculement. Sur la figure 3C, le mouvement de basculement amorcé à la figure 3B est achevé, la pièce 43 étant entrée en contact avec la butée 48. Le réglage de la butée 48 est tel que l'altitude de la couche déposée par la portion 41 du racleur coïncide sensiblement avec le plan de

25 travail 45, de sorte que, lors du mouvement de translation (selon la flèche FB, une fois le basculement terminé), la portion 41 du racleur se charge du volume de matière 49 pour effectuer un recouvrement sur le champ de travail. On constate que dans le mouvement de va et vient du dispositif, la matière est transférée d'un racleur à l'autre (ou, si l'on

30 considère l'ensemble comme un racleur unique, d'un côté à l'autre du racleur), ce qui permet éventuellement d'alimenter l'ensemble une seule fois pour effectuer plusieurs phases de recouvrement successives. Ainsi, on peut se limiter à une seule zone de distribution de la matière, au lieu des deux zones (ouvertures 7, 8) représentées dans le cas de la

35 figure 1.

Le basculement autour d'un pivot permet de réaliser très simplement une élévation de la portion inférieure du pousseur du racleur (inactif) situé en aval, pour éviter que ce pousseur inactif arase de la matière au cas où la surface libre de matière présenterait des défauts (ménisques vers le haut), ce qui conduirait, comme cela a été  
5 signalé plus haut, à des risques de dépôt incontrôlé de matière, lors du retour de ce pousseur inactif (qui devient alors le pousseur actif).

## REVENDECATIONS

1. Procédé de prototypage rapide pour la production de pièces tridimensionnelles par transformation de volumes successifs d'une matière première d'un premier état en un second état, au moyen d'un dispositif induisant ladite transformation (1), et d'au moins un racleur (9, 40, 41) comprenant au moins un organe rouleur (26, 27), ledit procédé comportant une répétition d'un cycle comprenant les étapes suivantes :

- au moins une phase de transformation de la matière première dans au moins une partie d'un champ de travail (104, 32, 45) grâce au dispositif induisant la transformation (1),

- au moins une phase de recouvrement de la matière transformée (PI) par de la matière non transformée (MAT), ladite phase de recouvrement consistant notamment à déplacer le racleur dans une direction donnée dite de recouvrement (F) et à entraîner en rotation autour d'un axe ledit organe rouleur sur lequel s'enroule au moins en partie un boudin de matière première non transformée (28, 49),

ledit procédé comportant, à au moins un instant, au moins une phase d'alimentation en matière première non transformée, en aval du racleur, caractérisé par le fait qu'il consiste, dans au moins une phase de recouvrement, à disposer une partie dite organe pousseur (21) dudit racleur de façon que le bord proximal (23) dudit organe pousseur coïncide sensiblement avec la surface dudit champ de travail lors du parcours du racleur dans ladite direction de recouvrement (F), pour pousser la matière non transformée à recouvrir le champ de travail, et à positionner ledit organe rouleur en aval dudit organe pousseur, par rapport à la direction de recouvrement, et en regard de celui-ci, de façon à canaliser le boudin de matière non transformée (28, 49), circulant selon une trajectoire en boucle autour du (ou des) organe(s) rouleur(s) précité(s), vers une cavité formée entre le bord proximal (23) de l'organe pousseur et l'organe rouleur en vis à vis.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à entraîner l'organe rouleur (26, 27) en rotation dans un sens tel que le boudin de matière (28, 49) présente dans sa portion proximale au niveau du champ de travail, une composante de vitesse de sens opposé à ladite direction de recouvrement (F) précitée.



5

10

20

25

35

rouleurs (26, 27) autour de l'ensemble desquels circule en boucle le boudin de matière (28, 49), pour éloigner du bord proximal (23) de l'organe pousseur le brassage de la matière lors de la phase de recouvrement.

5        8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il consiste à prévoir une protubérance (24) au droit du pousseur (21), s'étendant en direction de l'organe rouleau (26) et à distance (ZC) du bord proximal (23) de l'organe pousseur, afin d'assurer une circulation en boucle du boudin de matière (28) autour de  
10 l'ensemble du (ou des) organe(s) rouleau(s).

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il consiste à positionner au moins un organe rouleau (26, 27) de façon que son axe de rotation soit situé à une distance (Z1, Z2) de la surface du champ de travail (32) telle que ledit  
15 organe rouleau définisse avec la couche de matière déjà transformée (PI) un interstice intercalaire d'épaisseur au moins égale à la couche de matière non transformée à appliquer.

10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé par le fait qu'il consiste à faire parcourir au racleur (9, 40, 41), une  
20 certaine course de démarrage, dans une zone externe au champ de travail, proche de la frontière de celui-ci, pour que le racleur brasse la matière située en amont, en homogénéisant la matière alimentée et en conformant la matière en forme de boudin.

11. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des  
25 revendications précédentes, comprenant :

- des moyens pour induire la transformation (1) de la matière première dans un champ de travail (104, 32, 45),
- des moyens d'alimentation en matière première (103),
- un racleur (9, 40, 41) comportant au moins un organe rouleau  
30 (26, 27),
- des moyens pour effectuer au moins une phase de recouvrement, lesdits moyens comprenant des moyens d'entraînement en translation du racleur et des moyens d'entraînement en rotation du (ou des) organe(s) rouleau(s),
- 35 - des moyens (2, 3, 4) pour déplacer les volumes déjà transformés (PI) par rapport au champ de travail,

caractérisé par le fait que ledit racleur (9, 40, 41) comporte au moins un organe pousseur (21) dont le bord proximal (23) est apte à coïncider sensiblement avec la surface du champ de travail lors du parcours du racleur, l'organe rouleuse étant situé en vis à vis dudit organe pousseur et en aval de celui-ci par rapport à la direction de recouvrement (F),  
5 l'axe de rotation de chaque rouleuse étant situé en vis à vis de l'organe pousseur.

12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé par le fait que l'axe de chaque organe rouleuse (26, 27) est situé à une distance  
10 (Z1, Z2) du bord proximal (23) de l'organe pousseur (21) supérieure à la distance entre ledit axe et le point périphérique le plus externe dudit organe rouleuse associé.

13. Dispositif selon les revendications 11 ou 12, caractérisé par le fait que l'organe pousseur (21) présente une protubérance (24) faisant  
15 saillie en direction de l'organe rouleuse (26) et du côté opposé au bord proximal (23) de l'organe pousseur, par rapport à l'axe dudit organe rouleuse, pour définir un canal de circulation du boudin de matière (28) autour de l'organe rouleuse, au voisinage de l'organe pousseur.

14. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé par le fait  
20 que ladite protubérance (24) présente une extrémité libre (25) pointue, sensiblement au niveau où le boudin de matière (28) se détache de la protubérance.

15. Dispositif selon l'une des revendications 11 à 14, caractérisé par le fait que l'un au moins des organes pousseurs comporte un bord  
25 proximal (23) de forme effilée.

16. Dispositif selon l'une des revendications 11 à 15, caractérisé par le fait qu'il comporte au moins un racleur (40, 41) comportant au moins deux organes pousseurs disposés face à face, au moins un organe rouleuse étant disposé dans l'espace compris entre lesdits organes  
30 pousseurs, ledit racleur étant lié à un organe de guidage (CH) apte à déplacer ledit racleur parallèlement au champ de travail, la liaison entre le racleur et l'organe de guidage étant apte à assurer une élévation de l'organe pousseur situé en aval, lors du mouvement de translation de l'organe de guidage.

35 17. Dispositif selon l'une des revendications 11 à 16, caractérisé par le fait qu'il comporte un portique sensiblement en forme de T dont

la jambe verticale (43) est reliée à un chariot (CH) guidé en translation parallèlement au champ de travail, et dont la barre horizontale (42) porte au voisinage de chacune de ses extrémités un organe pousseur (40, 41), chaque organe pousseur étant tourné vers la jambe verticale (43) du T et chaque organe rouleuse étant situé entre lesdits organes pousseurs, ledit portique étant apte à basculer de façon que seul un organe pousseur à la fois soit actif au cours de la phase de recouvrement, dans un sens de déplacement donné du portique.

18. Dispositif selon l'une des revendications 11 à 17, caractérisé par le fait que lesdits moyens d'alimentation (103) sont reliés à au moins deux ouvertures (7, 8) débouchant de part et d'autre du champ de travail, pour distribuer sélectivement la matière à travers l'une ou l'autre desdites ouvertures, qui est la plus proche de la position initiale (9, 9') du racleur, avant chaque phase de recouvrement successive.

19. Pièce tridimensionnelle obtenue, selon le procédé de prototypage rapide, par transformation de volumes successifs d'une matière première d'un premier état en un second état, caractérisée par le fait que ladite matière première est un matériau pâteux présentant un seuil d'écoulement tel que la matière ne s'écoule que lorsqu'une contrainte de cisaillement qui lui est appliquée dépasse environ 20 N/m<sup>2</sup>.

20. Dispositif de prototypage rapide, comprenant :

- des moyens pour induire la transformation (1) de la matière première dans un champ de travail (45),
- des moyens d'alimentation en matière première (103),
- au moins un racleur (40, 41) comportant au moins deux organes pousseurs disposés face à face,
- des moyens pour effectuer au moins une phase de recouvrement, lesdits moyens comprenant des moyens d'entraînement (CH, 46) en translation du racleur selon un mouvement de va-et-vient,

caractérisé par le fait qu'il comporte des moyens (47, 48) pour assurer une élévation de l'organe pousseur situé en aval dans la direction de déplacement (FA, FB) du racleur par rapport à la surface du champ de travail (45), de sorte que l'organe pousseur en position élevée ne transporte pas de matière première lors de son trajet et reste inactif, seul l'autre organe pousseur en amont étant actif, chaque organe

pousseur étant alternativement actif ou passif selon le sens de déplacement du racleur.

**REVENDICATIONS MODIFIEES**

[reçues par le Bureau International le 10 Juillet 2000 (10.07.00);  
revendication 19 supprimée; autres revendications inchangées (1 page)]

la jambe verticale (43) est reliée à un chariot (CH) guidé en translation parallèlement au champ de travail, et dont la barre horizontale (42) porte au voisinage de chacune de ses extrémités un organe pousseur (40, 41), chaque organe pousseur étant tourné vers la jambe verticale (43) du T et chaque organe rouleuseur étant situé entre lesdits organes pousseurs, ledit portique étant apte à basculer de façon que seul un organe pousseur à la fois soit actif au cours de la phase de recouvrement, dans un sens de déplacement donné du portique.

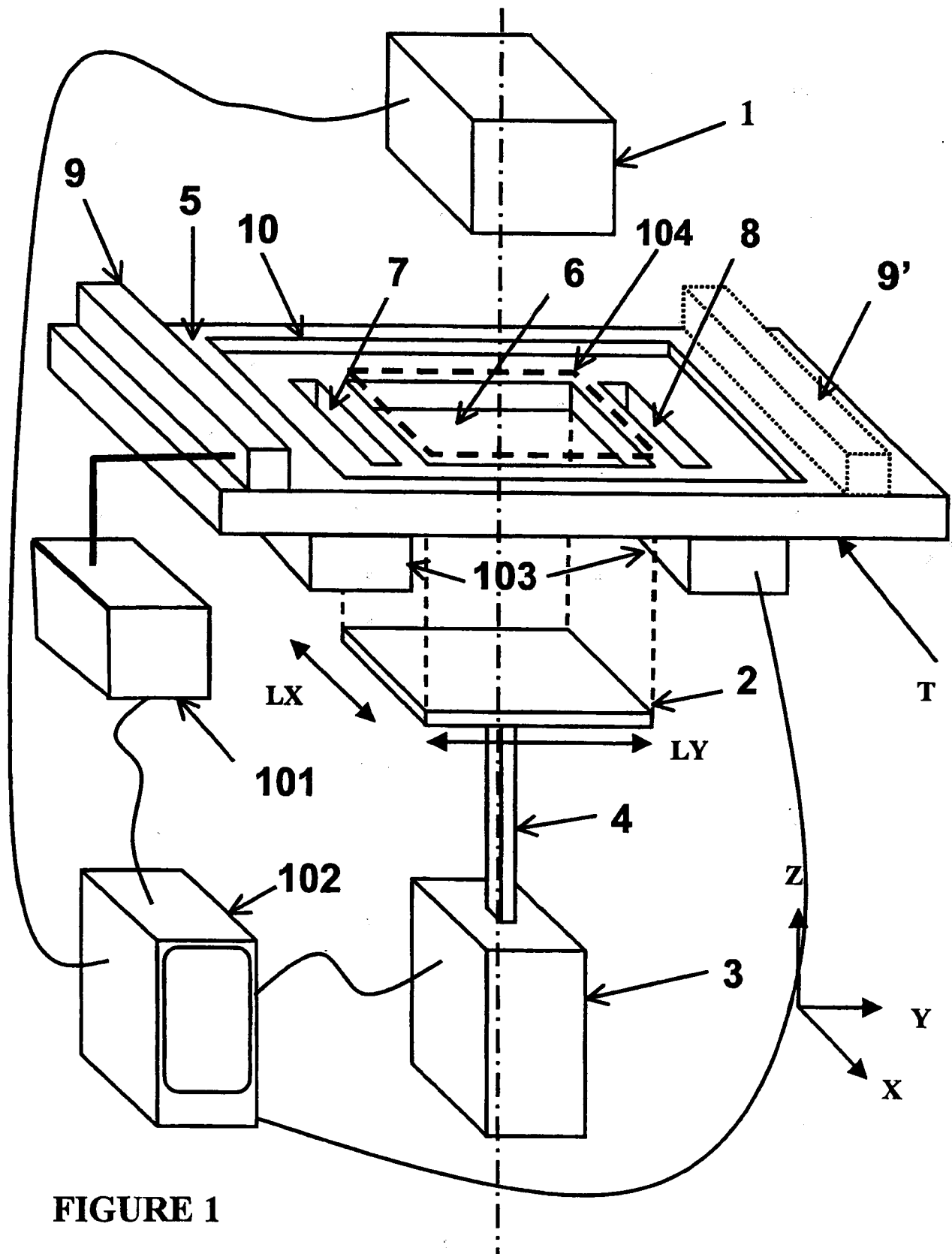
18. Dispositif selon l'une des revendications 11 à 17, caractérisé par le fait que lesdits moyens d'alimentation (103) sont reliés à au moins deux ouvertures (7, 8) débouchant de part et d'autre du champ de travail, pour distribuer sélectivement la matière à travers l'une ou l'autre desdites ouvertures, qui est la plus proche de la position initiale (9, 9') du racleur, avant chaque phase de recouvrement successive.

19. Dispositif de prototypage rapide, comprenant :

- des moyens pour induire la transformation (1) de la matière première dans un champ de travail (45),
- des moyens d'alimentation en matière première (103),
- au moins un racleur (40, 41) comportant au moins deux organes pousseurs disposés face à face,
- des moyens pour effectuer au moins une phase de recouvrement, lesdits moyens comprenant des moyens d'entraînement (CH, 46) en translation du racleur selon un mouvement de va-et-vient,

caractérisé par le fait qu'il comporte des moyens (47, 48) pour assurer une élévation de l'organe pousseur situé en aval dans la direction de déplacement (FA, FB) du racleur par rapport à la surface du champ de travail (45), de sorte que l'organe pousseur en position élevée ne transporte pas de matière première lors de son trajet et reste inactif, seul l'autre organe pousseur en amont étant actif, chaque organe pousseur étant alternativement actif ou passif selon le sens de déplacement du racleur.

**1/3**



2 /

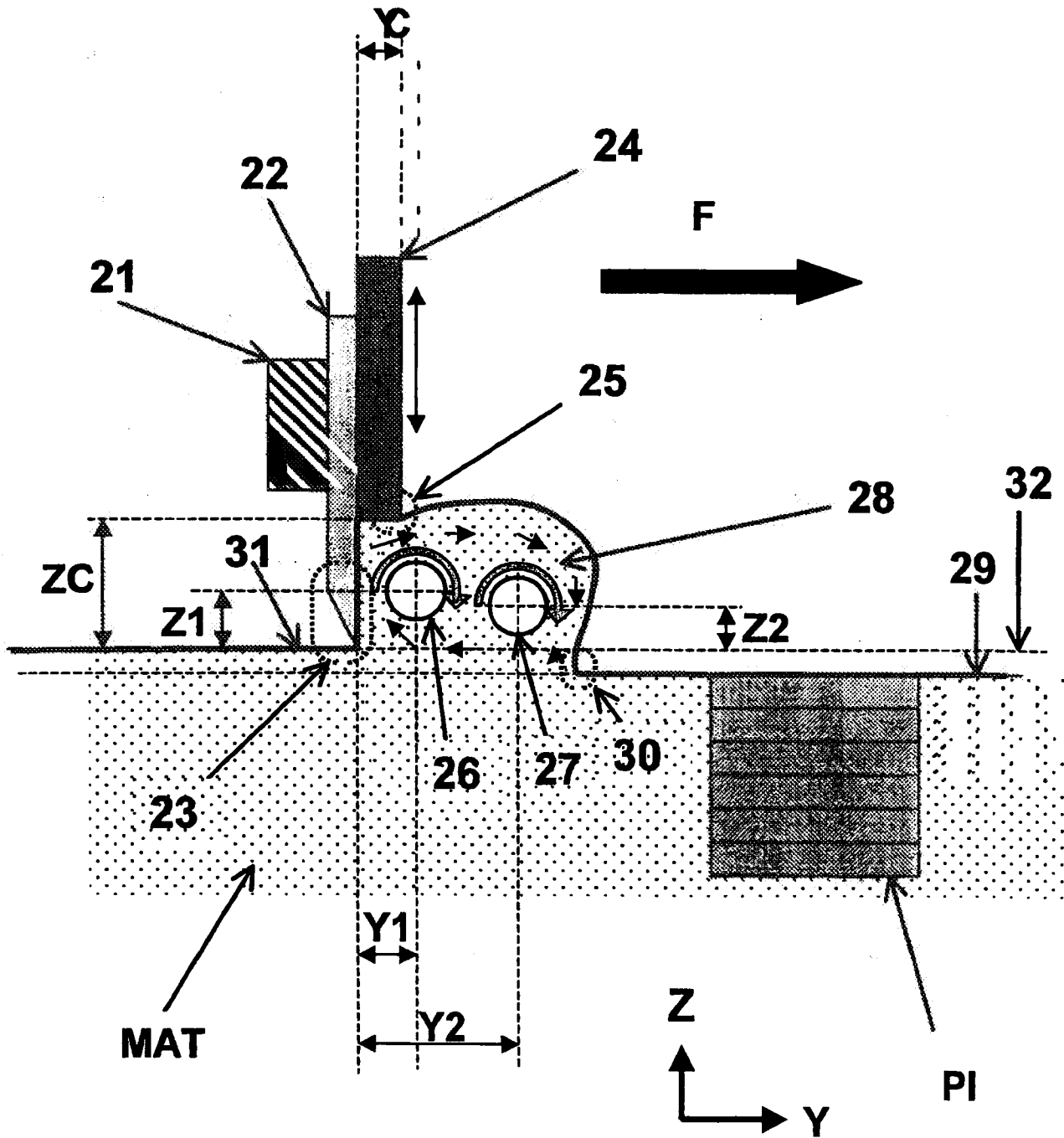
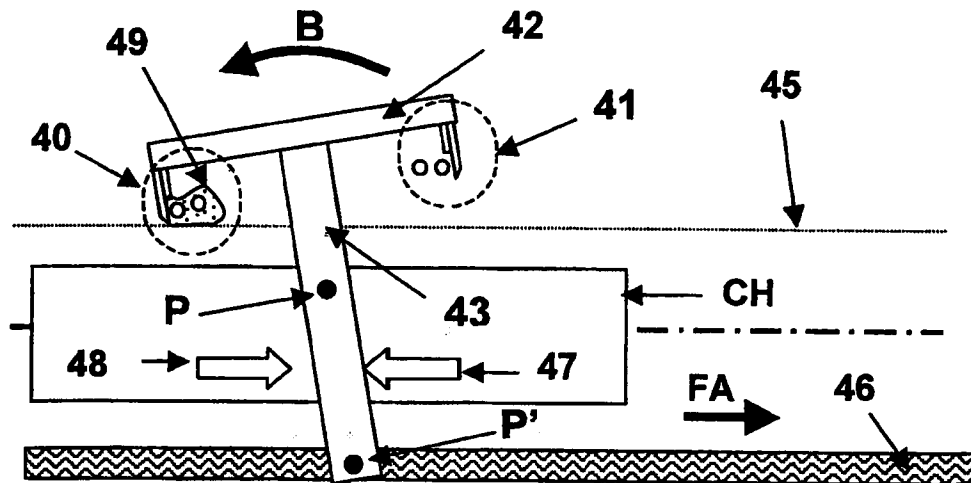


FIGURE 2

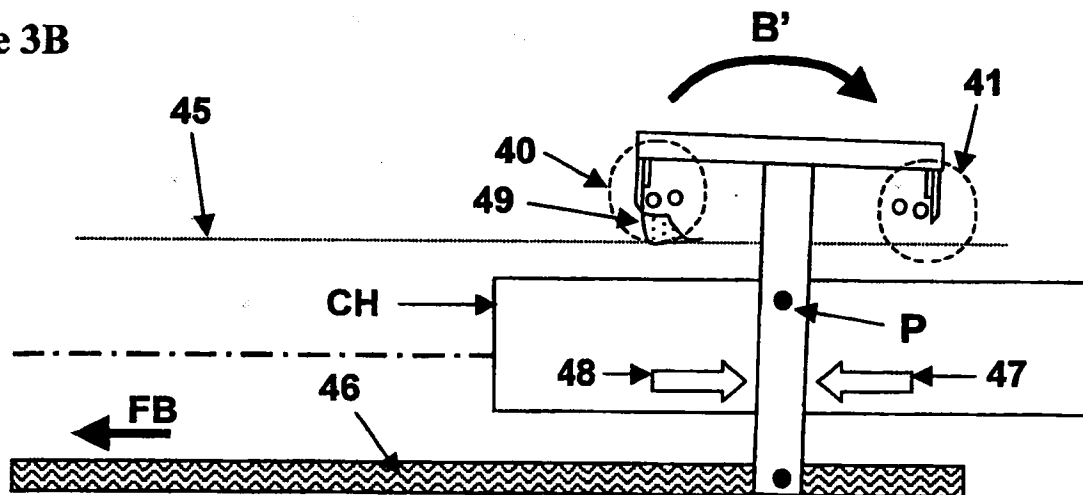


**3/3**

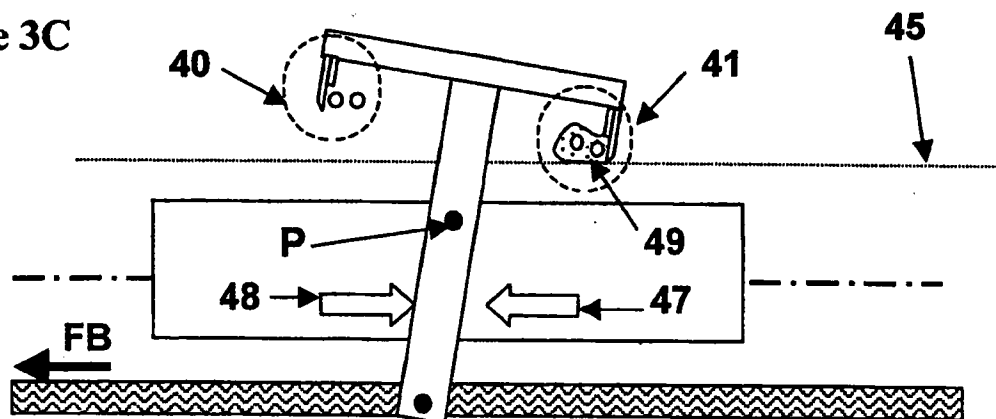
### Etape 3A



### Etape 3B



### Etape 3C



### FIGURE 3

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

IPC 7 B29C67/00 B29C41/12 B29C41/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B29C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 96 23647 A (3D SYSTEMS INC) 8 August 1996 (1996-08-08) cited in the application the whole document	1-18
X	EP 0 807 853 A (TEIJIN SEIKI CO LTD) 19 November 1997 (1997-11-19) page 10, line 53 - line 56	19
X	JP 08 290475 A (OLYMPUS OPTICAL CO LTD) 5 November 1996 (1996-11-05) paragraphs '0027!-'0029!; figures 2,3,5,6	20
X	JP 06 055643 A (ASAHI CHEM IND CO LTD) 1 March 1994 (1994-03-01) paragraph '0012!; figures 2-5	20
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.**\* Special categories of cited documents :**

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 June 2000

Date of mailing of the international search report

19/06/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mathey, X

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>EP 0 499 485 A (DU PONT)  19 August 1992 (1992-08-19)  example 7A</p> <p>-----</p>	19

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 00/00493

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9623647 A	08-08-1996	AU 4971396 A	21-08-1996
		BR 9607005 A	28-10-1997
		CA 2210802 A	08-08-1996
		CN 1172451 A	04-02-1998
		EP 0807014 A	19-11-1997
		JP 10513130 T	15-12-1998
		US 5902537 A	11-05-1999
EP 0807853 A	19-11-1997	JP 9169827 A	30-06-1997
		JP 10034679 A	10-02-1998
		US 6017973 A	25-01-2000
JP 08290475 A	05-11-1996	NONE	
JP 06055643 A	01-03-1994	NONE	
EP 0499485 A	19-08-1992	US 5474719 A	12-12-1995
		AU 1091592 A	27-08-1992
		CA 2061125 A	15-08-1992
		DE 69227391 D	03-12-1998
		DE 69227391 T	29-04-1999
		JP 5077324 A	30-03-1993
		JP 7075868 B	16-08-1995

Dem: Internationale No  
PCT/FR 00/00493

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 B29C67/00 B29C41/12 B29C41/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 B29C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 96 23647 A (3D SYSTEMS INC) 8 août 1996 (1996-08-08) cité dans la demande le document en entier ---	1-18
X	EP 0 807 853 A (TEIJIN SEIKI CO LTD) 19 novembre 1997 (1997-11-19) page 10, ligne 53 - ligne 56 ---	19
X	JP 08 290475 A (OLYMPUS OPTICAL CO LTD) 5 novembre 1996 (1996-11-05) alinéas '0027!-'0029!; figures 2,3,5,6 ---	20
X	JP 06 055643 A (ASAHI CHEM IND CO LTD) 1 mars 1994 (1994-03-01) alinéa '0012!; figures 2-5 ---	20
	--- -/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"Z" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

9 juin 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

19/06/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Mathey, X

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 0 499 485 A (DU PONT) 19 août 1992 (1992-08-19) exemple 7A -----	19

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9623647 A	08-08-1996	AU 4971396 A	21-08-1996
		BR 9607005 A	28-10-1997
		CA 2210802 A	08-08-1996
		CN 1172451 A	04-02-1998
		EP 0807014 A	19-11-1997
		JP 10513130 T	15-12-1998
		US 5902537 A	11-05-1999
EP 0807853 A	19-11-1997	JP 9169827 A	30-06-1997
		JP 10034679 A	10-02-1998
		US 6017973 A	25-01-2000
JP 08290475 A	05-11-1996	AUCUN	
JP 06055643 A	01-03-1994	AUCUN	
EP 0499485 A	19-08-1992	US 5474719 A	12-12-1995
		AU 1091592 A	27-08-1992
		CA 2061125 A	15-08-1992
		DE 69227391 D	03-12-1998
		DE 69227391 T	29-04-1999
		JP 5077324 A	30-03-1993
		JP 7075868 B	16-08-1995